

SÉRIE A, N° 1882

N° D'ORDRE : 2749

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Gilbert BOURIQUET

Ingénieur d'Agronomie coloniale
Chef du Laboratoire de Phytopathologie de Tananarive

1^{re} THÈSE. — Recherches systématiques, biologiques et cytologiques,
sur les maladies des plantes cultivées à Madagascar.

2^e THÈSE — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le juin 1939, devant la Commission d'examen.

14 JUN 1939

MM. GUILLIERMOND, *Président.*

PLANTEFOL }
MANGENOT } *Examineurs.*

PARIS

PAUL LECHEVALIER

ÉDITEUR

12, RUE DE TOURNON

1939

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Gilbert BOURIQUET

Ingénieur d'Agronomie coloniale
Chef du Laboratoire de Phytopathologie de Tananarive

1^{re} THÈSE. — Recherches systématiques, biologiques et cytologiques,
sur les maladies des plantes cultivées à Madagascar.

2^e THÈSE — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le juin 1939, devant la Commission d'examen.

MM. GUILLIERMOND, *Président.*

PLANTEFOL } *Examineurs.*
MANGENOT }

PARIS

PAUL LECHEVALIER

ÉDITEUR

12, RUE DE TOURNON

—
1939

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

MM.

Doyen honoraire . . . M. MOLLIARD.

Doyen C. MAURAIN, *Professeur*, Physique du Globe

Professeurs honoraires



H. LEBESGUE.
Emile PICARD.
Léon BRILLOUIN.
GUILLET.
PÉCHARD.
FREUNDLER.
AUGER.

BLAISE.
DANGEARD.
LESPIEAU.
MARCHIS.
VESSIOT.
PORTIER.
MOLLIARD.
LAPICQUE.

G. BERTRAND
ABRAHAM.
Ch. FAURY.
Léon BERTRAND.
WINTREBERT.
DUBOSQ.
BOHN.
RABAUD.

PROFESSEURS

M. CAULLERY . . . T Zoologie (Evolution des êtres organisés).
Emile BOREL . . . T Calcul des probabilités et Physique mathématique.
Jean PERRIN . . . T Chimie physique.
E. CARTAN . . . T Géométrie supérieure.
A. COTTON . . . T Recherches physiques.
J. DRACH . . . T Analyse supérieure et Algèbre supérieure.
Charles PÉREZ . . T Zoologie.
M. GUICHARD . . . T Analyse et mesures chimiques.
Paul MONTEL . . . T Théorie des fonctions et Théorie des transformations.
L. BLARINGHEM . T Botanique.
G. JULIA T Mécanique analytique et Mécanique céleste.
C. MAUGUIN . . . T Minéralogie.
A. MICHEL-LÉVY . T Pétrographie.
H. BÉNARD Mécanique expérimentale des fluides.
A. DENJOY T Application de l'analyse à la Géométrie.
L. LUTAUD T Géographie physique et Géologie dynamique.
Eugène BLOCH . . T Physique.
G. BRUHAT T Physique théorique et Physique céleste.
E. DARMOIS . . . T Enseignement de Physique.
A. DEBIRNE . . . T Physique générale et Radioactivité.
A. DUFOUR T Physique (P. C. B.).
L. DUNOYER Optique appliquée.
A. GUILLIERMOND . T Botanique.
M. JAVILLIER . . . T Chimie biologique.
ROBERT-LÉVY . . . T Physiologie comparée.
F. PICARD Zoologie (Evolution des êtres organisés).
Henri VILLAT . . . T Mécanique des fluides et applications.
Ch. JACOB T Géologie.
P. PASCAL T Chimie générale.
M. FRÉCHET . . . T Calcul différentiel et Calcul intégral.
E. ESCLANGON . . T Astronomie.
M^{me} RAMART-LUCAS . T Chimie organique.

H. BÉGHIN T Mécanique physique et expérimentale.
FOCH Mécanique expérimentale des fluides.
PAUTHENIER . . . Physique (P. C. B.).
De BROGLIE T Théories physiques.
CHRÉTIEN Optique appliquée.
P. JOB Chimie générale.
LABROUSTE Physique du Globe.
PRENANT T Anatomie et histologie comparées.
VILLEY Mécanique physique et expérimentale.
COMBES T Physiologie végétale.
GARNIER T Mathématiques générales.
PÉRÈS Mécanique théorique des fluides.
HACKSPILL T Chimie minérale.
LAUGIER T Physiologie générale.
TOUSSAINT Technique Aéronautique.
M. CURIE Physique (P. C. B.).
G. RIBAUD T Hautes températures.
CHAZY T Mécanique rationnelle
GAULT Chimie (P. C. B.).
CROZE Recherches physiques.
DUPONT T Théories chimiques.
LANQUINE T Géologie structurale et Géologie appliquée.
VALIRON Mathématiques générales.
BARRABÉ Géologie structurale et géologie appliquée.
MILLOT Biologie animale (P. C. B.).
F. PERRIN Théories physiques.
VAYON Chimie organique.
G. DARMOIS Calcul des Probabilités et Physique mathématique.
CHATTON T Biologie maritime.
AUBEL Chimie biologique.
J. BOURCART . . . Géographie physique et Géologie dynamique.
M^{me} JOLIOT-CURIE . Physique générale et Radioactivité.
PLANTEFOL Biologie végétale (P. C. B.).
CABANNES Enseignement de Physique.
GRASSE Biologie animale (P. C. B.).
PRÉVOST Chimie (P. C. B.).
BOULIGAND Mathématiques.

Secrétaire A. PACAUD.

Secrétaire honoraire . . . D. TOMBECK.

A MONSIEUR EMILE PRUDHOMME

Directeur de l'Institut National d'Agronomie de la France d'Outre-Mer

A MONSIEUR ANDRÉ MAUBLANC

Chef de travaux à l'Institut National Agronomique

A MONSIEUR ROGER HEIM

Sous-directeur au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris

A MA MÈRE

En témoignage de profonde gratitude.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	7
CHAPITRE I. — Madagascar, sa géologie, son relief, ses climats, sa végétation, ses sols, ses cultures	11
CHAPITRE II. — Vue d'ensemble sur les maladies des plantes cultivées à Madagascar.....	23
CHAPITRE III. — Anthracnose du géranium rosat.....	30
CHAPITRE IV. — Rouille de l'Aubergine.....	41
CHAPITRE V. — Quatre maladies cryptogamiques du <i>Voandzeia subterranea</i>	49
CHAPITRE VI. — Chancre des rameaux du cacaoyer.....	58
CHAPITRE VII. — La rouille du caféier. Un <i>Verticillium</i> parasite de l' <i>Hemileia vastatrix</i>	66
CHAPITRE VIII. — Quelques observations sur deux maladies à ultravirus du tabac, le Kroepoek et le Crinkling.....	77
CHAPITRE IX. — Mosaïque et maladie bactérienne du manioc.....	85
CHAPITRE X. — Index alphabétique des parasites et maladies observés à Madagascar et à la Réunion.....	114
CONCLUSIONS GÉNÉRALES.....	122
BIBLIOGRAPHIE CONCERNANT LE CHAPITRE II.....	125

RECHERCHES SYSTÉMATIQUES,
BIOLOGIQUES ET CYTOLOGIQUES,
SUR LES
MALADIES DES PLANTES CULTIVÉES A MADAGASCAR

INTRODUCTION

Les principales richesses de notre grande colonie de l'Océan Indien proviennent de l'agriculture, aussi, cette branche de l'activité a-t-elle été l'objet de toute l'attention des meilleurs dirigeants du pays.

Au début de la colonisation européenne, sans grosses difficultés techniques, le planteur obtenait de bons résultats, mais les terres vierges cultivées sans restitution du moindre élément se sont épuisées, les parasites se sont accumulés, et le développement des cultures qui sont parvenues à recouvrir des surfaces importantes, a favorisé leur pullulation. La culture du caféier d'Arabie qui était, dit-on, assez prospère dans les zones cotières de l'est, est devenue impossible dans ces régions où une célèbre Urédinée, l'*Hemileia vastatrix*, trouve des conditions favorables à son développement. Certaines années, des maladies du vanillier sévissent avec une telle sévérité qu'elles peuvent anéantir presque complètement les récoltes. Des maladies cryptogamiques du cacaoyer ont, en quelques points de la côte, interdit la culture de cette plante.

Bien d'autres épiphyties ont montré qu'à Madagascar, comme dans tous les pays où l'on veut faire de l'agriculture rationnelle, ces questions ne doivent pas être négligées, aussi, l'administration a-t-elle envisagé l'organisation d'un centre d'étude des affections des plantes. En 1928, M. le Gouverneur général OLIVIER créa un Laboratoire de Phytopathologie à Tananarive. Nous avons été désigné pour l'aménager et le diriger.

A cette époque, on connaissait peu de chose concernant les maladies des plantes cultivées dans le pays. Quelques échantillons seulement,

adressés en Europe, avaient permis des déterminations plus ou moins précises, aussi, nous a-t-il paru nécessaire d'entreprendre une prospection méthodique pour dresser la liste de ces maladies.

Au cours de deux séjours d'une durée totale de huit ans, nous avons parcouru toutes les régions agricoles de la colonie, ce qui nous a permis de récolter un abondant matériel et de faire des observations sur place. Grâce à deux missions officielles, l'une effectuée à la Réunion, l'autre en Extrême-Orient (Java, Bali, Sumatra, Malaisie, Indochine, Ceylan, Inde), nous avons pu nous procurer des échantillons types et recueillir, auprès de spécialistes réputés, des avis compétents.

L'étude de notre matériel (identification, description, isolement d'organismes pathogènes, observations biologiques et cytologiques) a nécessité de nombreuses collaborations; elle a été faite au Laboratoire de Tananarive, et dans des établissements métropolitains (Laboratoire de Pathologie végétale de l'Institut national d'Agronomie de la France d'outre-mer, Laboratoire de Cryptogamie du Muséum de Paris). Le résultat de ces recherches est exposé dans le présent ouvrage.

* * *

Nous sommes heureux de pouvoir, ici, adresser nos sincères remerciements à M. PRUDHOMME, directeur de l'Institut national d'Agronomie de la France d'outre-mer, pour nous avoir confié la tâche attachante que nous avons abordée à la sortie de son école ; à M. MAUBLANC, chef de travaux à l'Institut national agronomique, qui a bien voulu, durant de longs mois, se charger de notre initiation à la pathologie végétale et nous faire bénéficier de sa haute compétence ; à M. CAYLA, gouverneur général de Madagascar, pour nous avoir confié deux instructives missions ; à M. ROLLOT, inspecteur général, ancien chef du Service de l'agriculture à Madagascar, dont la grande expérience du pays nous a été souvent utile ; à M. R. HEIM, sous-directeur au Laboratoire de Cryptogamie du Muséum de Paris, que nous avons eu l'heureuse fortune d'accompagner lors d'une mission qu'il a effectuée dans la grande île et à qui nous devons de précieux conseils ; à M. ROGER, chef de la section de Pathologie végétale de l'Institut national d'Agronomie de la France d'outre-mer, qui a toujours examiné, avec le plus grand soin, le matériel que nous lui avons adressé.

Nous voulons également témoigner notre gratitude à M. le Médecin lieutenant-colonel ROBIC, de l'Institut Pasteur de Tananarive, dont les connaissances en Bactériologie nous ont été des plus utiles pour

l'étude d'une bactérie parasite du manioc ; à M. BOITEAU, directeur du jardin botanique de Tananarive, pour l'aide qu'il a bien voulu nous apporter dans l'étude cytologique concernant le manioc atteint de « mosaïque » ; à M. le docteur Ir. H. R. A. MULLER, chef de la sous-section de mycologie de l'Institut de Phytopathologie de la Station générale d'Essai pour l'Agriculture de Buitenzorg (Java), qui nous a accueilli avec la plus grande amabilité dans son laboratoire, durant notre séjour aux Indes Néerlandaises ; à M. le docteur T. H. THUNG, de la station de recherches du tabac de Klaten (Java), qui a bien voulu nous entretenir de ses remarquables travaux concernant les maladies à ultravirus des plantes dont il est un des plus brillants spécialistes ; à M. M. Mc PARK, Phytopathologiste de la célèbre station agronomique de Peradenya (Ceylan) et M. J. Narasimhan de Bangalore (Inde), qui nous ont fourni de bons renseignements sur l'*Hémileia vastatrix*.

Nous ne saurions oublier nos collègues des services agronomiques des colonies, et les planteurs qui ont bien voulu nous communiquer certaines de leurs observations ; notre dévoué collaborateur, Marc RABARIJAONA qui, avec une remarquable minutie, a reproduit nos dessins et exécuté les aquarelles qui illustrent notre texte.

Il nous reste à remercier vivement M. LECHEVALIER de s'être chargé de la publication de notre travail et dont l'éloge n'est plus à faire pour des éditions de ce genre.

* * *

Dans un premier chapitre, nous rassemblons quelques renseignements sur la géologie, le relief, les climats, la végétation, les sols, les cultures malgaches.

Le deuxième chapitre est une vue d'ensemble sur les maladies des plantes cultivées dans le pays. Il comporte des renseignements sur des affections de nature cryptogamique, physiologique, ou déterminées par des *ultravirus*. Quelques cas tératologiques sont signalés ainsi que des lésions produites par des animaux inférieurs (nématodes et acariens), car l'analogie de ces lésions avec celles qui se constatent dans le cas de maladies fongiques, est souvent très grande. Nos investigations s'étendent parfois aux insectes vecteurs de virus (hémiptères), et même à des insectes auxiliaires qui restreignent l'extension des maladies du type « mosaïque ».

Les chapitres suivants sont consacrés à des affections que leur gravité, ou des circonstances favorables, nous ont amené à étudier

plus spécialement. Pour apporter plus de précision dans la description de certains de ces cas et contrairement à la tendance habituelle, nous avons fait appel aux méthodes cytologiques.

Enfin, le dernier chapitre comporte une liste des parasites et maladies observés à Madagascar et à la Réunion; il est suivi de nos conclusions générales.

CHAPITRE I

Madagascar. Sa géologie, son relief, ses climats, sa végétation, ses sols, ses cultures.

Dans l'hémisphère Sud, entre les parallèles $11^{\circ}, 57', 17''$ - $25^{\circ}, 38', 55''$ et les méridiens $40^{\circ}, 51', 50''$ - $48^{\circ}, 7', 40''$ de longitude est, l'île de Madagascar, avec superficie voisine de 624.700 kilomètres carrés, occupe le troisième rang des grandes îles du globe ; la Nouvelle-Guinée et Bornéo étant aux premier et second. Elle est plus étendue que la France (530.880 kilomètres carrés) ; sa forme est allongée et son axe orienté N.-N.-E., S.-S.-O. fait, avec le méridien, un angle d'environ 18 degrés. Elle baigne dans l'océan Indien ; le canal de Mozambique la sépare de l'Afrique. Au Nord-Ouest de la Grande-Terre se trouve Nossi-Bé et les Comores ; à l'Est, Sainte-Marie.

La grosse masse de l'île, les $\frac{2}{3}$ environ, est constituée de roches cristallines anciennes flanquées, sur le versant ouest, d'une série sédimentaire ininterrompue allant du permotrias au miocène. À l'Est du bloc principal de l'île, les sédiments sont à peine représentés.

Dans la période quaternaire, nous devons citer des alluvions lacustres, parfois importantes, comme celles du lac Alaotra, de la haute vallée du Mangoro, de l'Ankaizina, qui constituent des sols d'une bonne fertilité.

Roches cristallines et dépôts sédimentaires sont perforés, en de nombreux points, par des intrusions volcaniques, parfois très récentes, dont les plus importantes sont celles du massif d'Ambre, du Staratanana, du Boina, de l'Ankaratra, de l'Itasy, de l'Androy, etc... Dans le voisinage de la côte Est, on rencontre aussi des épanchements volcaniques, ainsi qu'aux Comores et à Nossi-Bé.

Le relief du pays est caractérisé par un immense plateau central dont l'altitude moyenne est comprise entre 800 et 1.800 mètres. Alors que, vers l'Ouest, ce plateau est relié au Mozambique par plu-

sieurs gradins larges et inclinés en pente douce du côté de la mer, à l'Est, on doit traverser, pour gagner l'océan Indien, deux falaises abruptes (falaises de l'Angavo et Betsimisaraka). Ce plateau est parcouru, dans presque toute sa longueur, par une arête faîtière qui constitue la ligne de partage des eaux ; d'autre part, il supporte des chaînes de montagnes qui ont, en général, une orientation sensiblement parallèle au grand axe de l'île. On y rencontre quatre massifs importants : le Tsaratanana qui doit son nom au pic culminant de l'île (2.880 m.) ; l'Ankaratra où se trouve le Tiafajavona (2.664 m.), l'Andringitra ; le Vohimainty.

Plus que la latitude, les vents et l'altitude influencent le climat de Madagascar où il existe deux saisons bien distinctes tout au moins dans la plus grande partie du territoire : l'une sèche, soumise à l'alizé de mai à octobre, l'autre humide, soumise à la mousson de novembre à avril. Durant la période sèche, le vent d'Est domine ; il suit le grand courant marin équatorial et aboutit au cap Est où il se sépare en deux rameaux. L'un prend la direction Nord, l'autre celle du Sud. Au Sud, les vents contournent l'île et prennent une direction sensiblement Sud-Ouest. En outre, sur la côte Ouest, de Tuléar au cap Saint-André, souffle un vent d'Ouest (brise de mer). Plus au Nord, l'alizé qui a traversé l'île souffle du Sud-Est, la brise de mer de l'Ouest, un vent du Mozambique du Nord-Ouest. Vers Nossi-Bé, dans le Samirano, on connaît des vents d'Est (brise de terre) et l'Ouest (brise de mer). Au centre de l'île, les vents viennent de l'Est vers Tananarive, du Nord dans le Betsileo, du Sud dans la partie méridionale. Pendant la saison sèche, dans la zone où les vents contraires de l'Est et du Nord-Ouest se rencontrent (Bongo-Lava et Bemara), il y a de longues périodes de calme et des chaleurs excessives.

La période sèche coïncide avec de hautes pressions. Poussés par le vent d'Est, les nuages rencontrent d'abord sur le littoral, ensuite sur la zone forestière de l'île, des couches d'air froides ; d'importantes précipitations se produisent. La partie de ces nuages qui a résisté à la condensation arrive dans les régions fraîches des plateaux où se produit une condensation connue sous le nom d'« Erika » et du brouillard. Enfin, ce qu'ils contiennent encore d'humidité se trouve résorbé lorsqu'ils passent dans les couches d'air réchauffées qui recouvrent le versant Ouest.

Pendant la saison humide, le vent change un peu de direction. Entre Tamatave et Vohemar, il vient de l'Est, entre Tamatave et Fort-Dauphin, il souffle du Nord-Est, de l'Est, ou du Sud-Est. Sur la côte



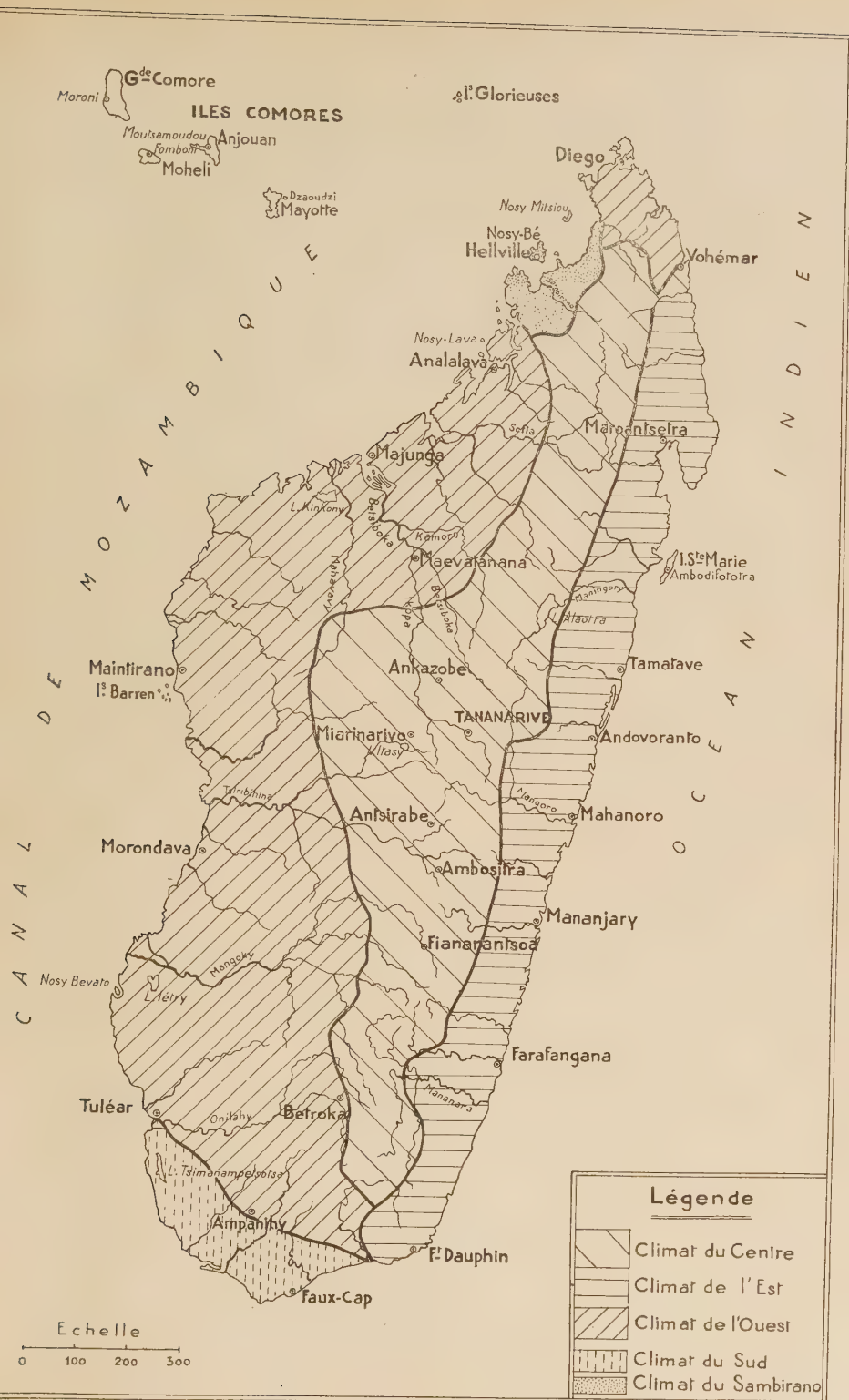
FIG. 1. — Esquisse géologique de Madagascar, d'après Lacroix et Perrier de la Bathie.

Ouest la variation est peu sensible. Entre Diégo-Suarez et le cap Saint-André, le vent dominant vient du Nord-Ouest et arrive parfois jusqu'au centre. A ce moment, l'ensemble de l'île est soumis à une zone de basses pressions ; c'est la saison chaude, celle des orages, des cyclones, des pluies torrentielles.

On divise habituellement les climats de l'île en climat du vent et climats sous le vent. Le premier est caractérisé par un état hygrométrique supérieur à 75 et plus de 90 jours de pluie dans l'année. Il comprend trois sous-climats : le sous-climat de l'Est, le sous-climat du Sambirano, le sous-climat du Centre. Le second se distingue par sa température plus élevée, son atmosphère plus sèche (état hygrométrique inférieur à 67), ses deux saisons bien tranchées (saison sèche et saison des pluies). Il se divise en deux sous-climats : le sous-climat de l'Ouest et de Diégo-Suarez ; le sous-climat du Sud. Nous reproduisons ci-dessous un tableau établi par Dandouau.

Climats	Périodes et moyennes	Températures		Pluies en mm.	Nombre de jours de pluies	Etat hygro- métrique
		Moyennes	Maxima et maxima			
Est	Saison chaude	25°8	37° et 20°	1.733,7	83	80
	Moyenne . . .	= 24°1		= 3.285,4	= 180	= 81
	Saison fraîche	22°4	27° et 10°	1.551,7	97	82
Sambirano	Saison chaude	26°6	36° et 22°	2.428,6	86	81
	Moyenne	= 26°		= 2.892,4	= 116	= 81
	Saison fraîche	25°4	33° et 16°	463,8	30	81
Centre	Saison chaude	20°4	30° et 12°	1.136,9	73	75
	Moyenne	= 18°1		= 1.283,1	= 92	= 75
	Saison fraîche	15°8	25° et -1°	146,2	19	75
Ouest et Diégo- Suarez	Saison chaude	27°3	38° et 21°	1.170,7	56	72
	Moyenne	= 26°6		= 1.232,8	= 62	= 67
	Saison fraîche	26°	33° et 12°	62,2	6	62
Sud	Saison chaude	27°7	33° et 22°	301	19	67
	Moyenne	= 25°2		= 376,5	= 27	= 65,5
	Saison fraîche	22°8	31° et 11°	75,5	8	64

En ce qui concerne la végétation, la plupart des naturalistes admettent qu'avant d'être peuplée, l'île de Madagascar était presque entièrement couverte de forêts. Selon Perrier de la Bathie (15, 16, 17), à qui nous empruntons les renseignements ci-dessous, antérieurement à la



dévastation constatée aujourd'hui et dont l'homme est responsable, la végétation primitive avait déjà les caractères qu'elle offre aujourd'hui.

Sur le versant Est, sur le plateau central, et dans une petite enclave du Nord-Ouest qui correspond au Sambirano, c'est-à-dire dans les parties qui reçoivent le plus de pluie, il existait une végétation d'arbres et d'arbustes à feuilles persistantes. Très élevée à l'Est et au Nord-Ouest, cette végétation était ailleurs plus basse. Çà et là, sur les sommets généralement, il se trouvait quelques étendues couvertes de buissons. Par contre, le versant Ouest, plus sec, supportait des espèces à feuilles caduques, de taille moins élevée, et les parties les plus arides de ce territoire étaient couvertes de plantes xérophyles.

La végétation à feuilles persistantes correspondait à la région du vent dont le climat est du type tropical humide, et où les pluies, abondantes, décroissent avec l'éloignement de la côte. Dans cette région on rencontrait des sols à peu près exclusivement constitués d'argile latéritique, dérivant des roches éruptives ou cristallophylliennes. Les espèces qu'on y trouvait, le plus souvent, lui étaient propres. Elle pouvait être divisée en trois domaines : le *domaine oriental* qui aboutit à l'altitude de 800 mètres ; le *domaine central* qui correspond aux altitudes supérieures à 800 et à tous les sommets de l'île ; le *domaine du Sambirano* qui comprend l'avancée de la végétation de l'Est sur le versant occidental et dont les altitudes varient entre 0 et 800 mètres.

Le domaine oriental se composait de deux sortes de forêts : la *forêt littorale* qui était riche en espèces endémiques, auxquelles se mêlaient les espèces étrangères apportées par les courants marins ; la *forêt orientale*, entièrement composée d'espèce endémique. Cette dernière était la belle forêt de Madagascar dont il existe encore d'assez grandes étendues. Avec l'altitude, elle changeait progressivement ; les fougères et les épiphytes augmentaient toujours.

A partir de 2.000 mètres, la végétation du domaine central n'était plus installée sur de l'argile latéritique, mais les terres étaient encore très pauvres. La végétation de ce domaine, dans son ensemble, était moins opulente, mais très serrée. Le feuillage était toujours persistant, mais plus réduit. Les formations végétales y étaient très variées. Sur le versant Est assez humide, la forêt était dense, extrêmement riche en mousses et en épiphytes divers, c'était la *forêt à mousse et à sous-bois herbacé*. Dans les parties les plus élevées, la végétation plus rabougrie ne permettait pas le développement des mousses qui exigent un

ombrage plus compact ; par contre, on y trouvait une belle *sylve à lichens*. Enfin, sur les cimes existaient des arbustes à petites feuilles, des *buissons éricoïdes*. Sur la côte Ouest du plateau, la forêt était médiocre, il ne s'y trouvait que quelques rares épiphytes (*bois de pentes occidentales*) et sur les rocailles, des végétaux crassulants (*pelouses à xérophyles*).

Le domaine du Sambirano devait, et doit encore, le fascies de sa végétation, qui contraste avec celui de l'Ouest, à des pluies abondantes provoquées par les forêts du Tsaratanana et du Manongarivo. Ces pluies ont diminué, et continuent à diminuer de nos jours, par suite du déboisement.

L'aire de la végétation à feuilles caduques correspondait à la région sous le vent qui est du type tropical sec. Les sols y étaient plus variés qu'ailleurs. Cette région comprenait deux domaines : le *domaine occidental* et le *domaine du Sud-Ouest*. Dans le premier, où régnait une moyenne thermique élevée et une longue saison sèche, on distinguait trois formations : les *bois des terrains siliceux*, riches en lianes, mais dépourvus de grands arbres, de fougères, et d'épiphytes ; les *bois des terrains calcaires*, où les arbres à port de baobabs étaient fréquents et le sous-bois garni de xérophytes ; les *buissons à xérophyles* composés d'arbustes à feuilles réduites, de plantes grasses, de lianes épineuses.

Le domaine du Sud-Ouest correspondait à un climat excessivement sec, les argiles latéritiques n'y existaient pas, les sols y étaient très perméables. La végétation était constituée d'espèces adaptées à la sécheresse et présentait souvent des formes extraordinaires ; elle a été appelée *Brousse à Euphorbe et à Didieracées*.

Tel était sans doute, jadis, l'aspect de la végétation que l'homme, depuis son arrivée dans l'île, s'est acharné et s'acharne encore à détruire malgré les mesures prises avant et après l'occupation française. Par le fer, par le feu, sans tenir compte de la proportion de ses besoins, il a anéanti peu à peu ce que de longs siècles avaient édifié, et la végétation primitive ne couvre plus maintenant qu'une faible partie du territoire (3/10 environ). Au rythme actuel de la destruction, ses vestiges seront peut-être complètement dévastés à leur tour avant 50 ans (Heim [12]).

L'existence d'une forêt aussi étendue que l'imagine Perrier de la Bathie a été quelquefois contestée, pourtant, des faits d'importance plaident en faveur de sa manière de voir.

1° Les espèces animales et végétales, essentiellement malgaches

sont des espèces sylvicoles, ou rupestres, qui ne peuvent pas vivre dans la prairie.

2° Aucune des espèces introduites, nombreuses dans la végétation modifiée par l'intervention de l'homme, ne figure au sein des restes de la végétation primitive. Il semble que, dans les conditions nouvelles, les endémiques ont cédé le terrain aux espèces étrangères, mieux adaptées à ces conditions, mais se sont maintenues là où l'équilibre n'a pas été troublé.

3° Les espèces qui composent la végétation autochtone se retrouvent dans les vestiges de cette végétation, parfois très éloignés dans l'espace et séparés par de grandes étendues de prairie. Par contre, elles ne figurent pas dans la prairie. Tout se présente donc comme si, à l'origine, ces vestiges actuellement dispersés formaient un tout concret.

4° Dans les parties actuellement dénudées, on trouve des restes d'animaux sylvicoles et de plantes qui ne pourraient vivre dans les conditions nouvelles.

5° Enfin, il y a des témoins oculaires de la destruction de la forêt et de son remplacement par la maigre végétation des prairies.

Le processus de destruction, tel qu'ont pu l'observer ces témoins, est celui-ci :

La forêt abattue, soit dans un but d'exploitation, soit pour établir des cultures (*), est le plus souvent soumise au feu. Après l'enlèvement des récoltes, alors que le sol a perdu les cendres que la combustion avait laissé et une partie de son humus sous l'influence des pluies, se développe une végétation secondaire, infiniment plus basse, appelée *savoka*. Suivant les régions, une espèce domine dans ces clairières et cette prédominance permet de distinguer : le *savoka* à *Ravenala* (*Ravenala madagascariensis*), à bambou (*Ochlandra capitata*), à *harongana* (*Haronga madagascariensis*), à *longozo* (*Amomum Danielli*), à *dingadingana* (*Psidia altissima*), à *sevabe* (*Solanum auriculatum*). Le *savoka* est incendié à son tour, le lessivage et l'épuisement du sol se poursuivent ne laissant bientôt plus vivre que de maigres graminées. Les graminées elles-mêmes n'échappent point au feu, elles sont brûlées périodiquement, et à chaque incendie, les flammes viennent ronger les bords de la forêt. Rapidement, on arrive au stade ultime de la

(*) Les plus grands arbres sont brûlés, ce qui entraîne la destruction du reste des végétaux, et dans les cendres, l'indigène plante son riz. L'année suivante il entame une autre parcelle. Cette pratique est connue sous le nom de *tavy*.

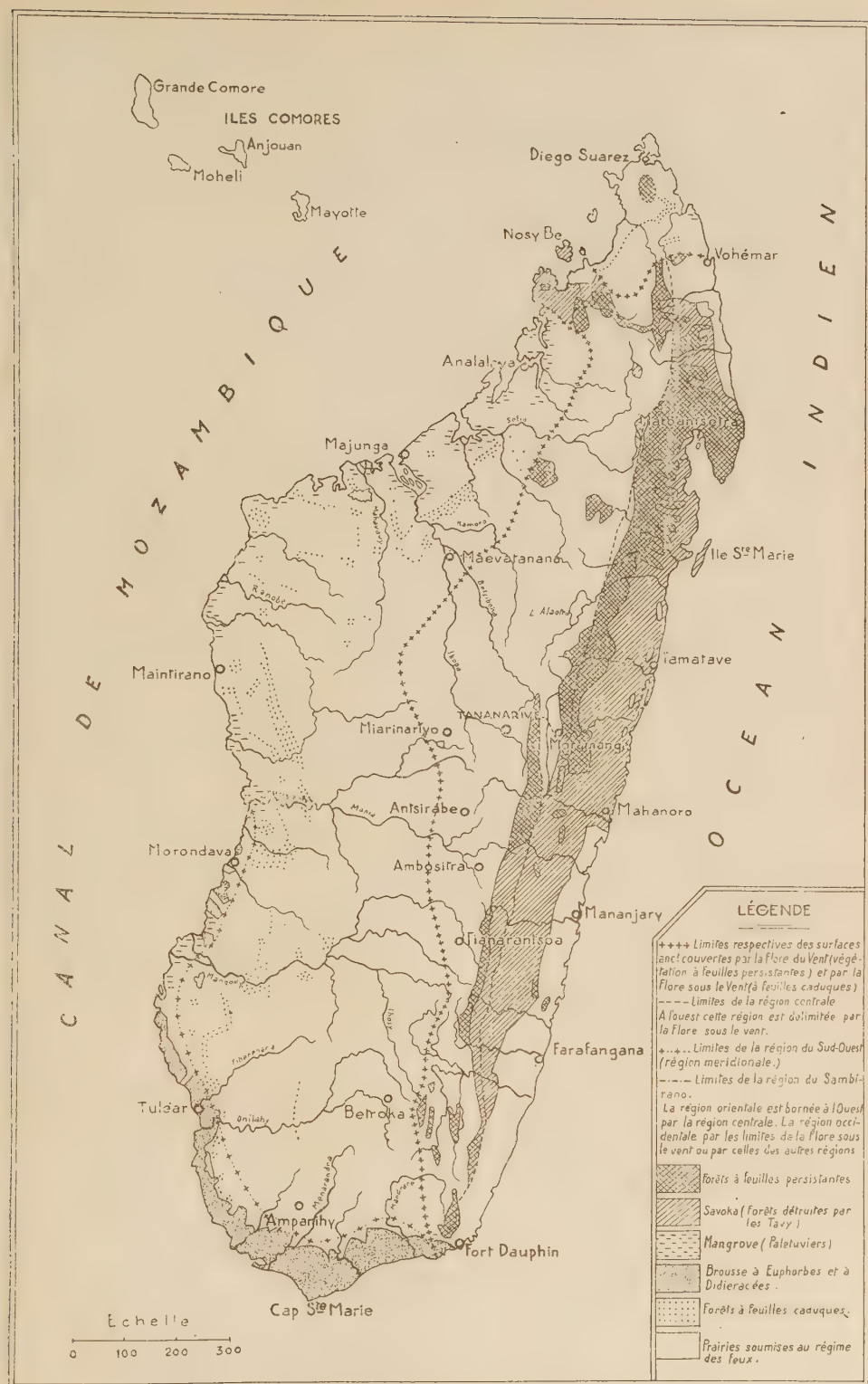


Fig. 3. — La végétation malgache, d'après Perrier de la Bathie.

dévastation. La latérite, dans les régions où la chaleur et l'humidité permettent cette formation, dépouillée de presque tous ses éléments de fertilité, durcit sous l'action des pluies diluviennes de l'hivernage et « apparaît enfin partout, rouge, ingrate, décourageante », à peine recouverte de maigres graminées parmi lesquelles dominent les *Aristida*.

Les matières fertilisantes qui n'ont pas disparu avec le fumées, celles que l'érosion et les cours d'eau n'ont pas entraînées jusqu'à la mer, fournissent des alluvions qui sont parfois d'une bonne fertilité. Indépendamment des latérites, souvent très pauvres, mais qu'un travail prolongé, que de copieuses fumures, le chaulage, parviennent à améliorer ; des alluvions lacustres et fluviales ; de multiples petits dépôts formés par l'érosion des collines du voisinage et où bien souvent sont établies des rizières, on trouve des terrains marécageux ; des sols provenant de formations volcaniques récentes qui n'ont pas encore subi une latérisation bien marquée ; des terres calcaires (Sud-Ouest).

Une telle diversité de climats et de sol permet une production agricole des plus variées. Sur les plateaux, toutes les cultures potagères et fruitières européennes sont possibles. Le caféier d'Arabie y trouve un refuge depuis que l'*Hemileia vastatrix* a été introduit à Madagascar. Le blé y prospérait mais, maintenant, les emblavures sont généralement anéanties par les « rouilles ». Le tabac s'y développe, mais les meilleurs résultats sont obtenus sous les climats secs, dans les terrains d'alluvion bordant certaines rivières. Dans les régions sèches du Sud-Ouest, il existe des cultures de pois du cap (*Phaseolus lunatus* L.), de Sisal. Les environs de Diego Suarez paraissent propices à la culture du quinquina. Dans les parties chaudes et humides (est, Sambirano, Nossi-Bé, Comores), on voit des cultures de caféier (*Canephora*), vanillier, giroflier, poivrier, cocotier, cacaoyer, etc., alors que certaines plantes comme le riz, le manioc, le maïs, la canne à sucre, se rencontrent dans toutes les parties du territoire.

BIBLIOGRAPHIE

1. BESAIRIE (H.). — L'étude des sols à Madagascar. *Bulletin économique de Madagascar*, n° 4, pp. 296-297, 1935.
2. BONNEFOY (J.) — Notes sur la constitution et la valeur culturale des terres de diverses formations de Madagascar. *Actes et comptes rendus de l'Association Colonies-Sciences*, nos 38, 39, 40, 41, août, septembre, octobre, novembre 1926.
3. CHEVALIER (Aug.). — La végétation malgache d'après l'ouvrage de H. Perrier de la Bâthie. *Annales de Géographie*, t. XXXI, n° 174, 1922.



Fig. 4. — Les principales localités de Madagascar.
Le pointillé correspond à nos itinéraires.

4. DANDOUAU (A.). — Géographie de Madagascar. Emile Larose, libraire-éditeur, Paris, 1922.
 5. DECARY (R.). — Contribution à l'étude de la végétation de Madagascar. *Bulletin de l'Académie malgache*, 1930.
 6. DECARY (R.). — Madagascar. Son climat, sa végétation. *Annales de Cryptogamie exotique*, t. V, fasc. 2, pp. 71-88, octobre 1932.
 7. DEMOLON (A.). — Croissance des végétaux. Dunod, Paris, 1934.
 8. DEMOLON (A.). — La dynamique du sol. Dunod, Paris, 1932.
 9. ERHART (H.). — La concentration en ions hydrogène dans quelques terres latéritiques de Madagascar. *Revue de Bot. appl. et d'Agric. tropicale*, pp. 88-92, 1^{er} semestre 1926.
 10. ERHART (H.). — L'influence de l'origine géologique et des facteurs extérieurs sur la formation et la valeur culturale des terres latéritiques de l'Est de Madagascar. Librairie Larose, Paris, 1926.
 11. ERHART (H.). — Note préliminaire sur les sols de l'Itasy. *Bulletin économique de Madagascar. Documentation et études*, pp. 69 à 72, 1926.
 12. HEIM (R.). — L'état actuel des dévastations forestières à Madagascar. *Académie d'Agriculture de France*. Procès-verbal de la séance du 15 mai 1935.
 13. HUMBERT (H.). — La destruction d'une flore insulaire par le feu. *Mémoires de l'Académie malgache*, Fasc. V, Tananarive, 1927.
 14. MUNTZ (A.) et ROUSSEAU (Eug.). — Etude sur la valeur agricole des terres de Madagascar. *Bulletin du Ministère de l'Agriculture*, n° 5, 1900.
 15. PERRIER DE LA BATHIE (H.). — Biogéographie des plantes de Madagascar. Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, Paris, 1936.
 16. PERRIER DE LA BATHIE (H.). — Etude de biogéographie sur la région Nord-Ouest de Madagascar. *Bulletin économique de Madagascar*, n° 1, pp. 113-137, 1^{er} semestre 1909.
 17. PERRIER DE LA BATHIE (H.). — La végétation malgache. *Annales du Musée colonial de Marseille*, librairie Challamel, Paris, 1921.
-

CHAPITRE II

Vue d'ensemble sur les maladies des plantes cultivées à Madagascar.

Sur le giroflier, *Mycosphaerella caryophyllata* Bouriquet et R. HEIM produit de larges taches foliaires d'un contour très net. En plus de cet organisme bénin, la plante héberge une algue parasite, commune dans les pays tropicaux, le *Cephaleuros vérescens* Kunze. Cette algue s'associe parfois à une dématiée pour former un lichen du genre *Strigula*. Des cochenilles appartenant à la famille des Lécánines : *Eucalymnatus tessellatus* Ckll. et *Platylecanium* sp., permettent le développement de différentes fumagines parmi lesquelles *Capnodium brasiliense* Putt. Parfois, l'une de ces cochenilles est parasitée par une Hypocréacée du genre *Aschersomia*. Sur cette plante, nous avons observé une affection déterminant sa mort brutale (apoplexie) et dont la cause ne semble pas parasitaire, puis un pourridié produit par un champignon stérile qui envahit le système racinaire.

L'identification des maladies du vanillier est particulièrement délicate parce que la consistance des différents organes de cette plante est à peu près la même, et la réaction de ces derniers, aux organismes parasites, est peu variable. Il s'agit presque toujours d'une pourriture plus ou moins molle. Signalons une anthracnose qui peut être déterminée par deux parasites (*Calospora Vanillae* Massee, et *Glomerella Vanillae* (Zimm.) Petch et Rag., dont les formes conidiennes sont du type *Glaesporium* ou *Colletotrichum*. Cette maladie, très commune dans toutes les vanilleraies, cause des dégâts sérieux ainsi que le mildiou dont l'auteur est un *Phytophthora* paraissant voisin de *P. Jabrophae* Jens. Sur cette orchidée, mentionnons encore : la maladie des taches brunes (*Nectria Vanillae* Zimm.), la lèpre (*Cephaleuros virescens*, un lichen (*Strigula* sp.), une affection des racines dont l'auteur est probablement un *Fusarium*, des taches brunes produites par une

Astérinée, et des lésions dues à l'insolation. Enfin, notons que, selon les planteurs, le vanillier présenterait des signes de dégénérescence qui pourraient être attribués au mode de multiplication adopté (bouturage). Bien qu'il ne soit pas prouvé que cette pratique aboutisse à la sénilité, il y aurait intérêt à réaliser des semis ce qui permettrait notamment d'obtenir par croisement, avec d'autres *Vanillia*, des variétés résistantes aux maladies. Or, de nombreuses expériences réalisées jusqu'à ce jour avaient échoué. Après bien des tâtonnements, nous sommes parvenus à déclencher la germination des graines de *Vanillia planifolia* And. (3) que certains auteurs considéraient comme stériles.

Dans le Nord-Ouest de l'île, les poivriers souffrent d'une grave affection du collet dont l'auteur est très vraisemblablement un *Phytophthora* étudié par M. le Dr Muller de Buitenzorg : *P. palmivora* Butl. var. *piperis* Muller.

Aucune affection sévère ne s'observe sur la canne à sucre. La « mosaïque », maladie à « virus filtrant » est cantonnée à Mayotte, petite île de l'archipel des Comores où nous l'avons décelée en 1933. Des mesures ont été prises pour éviter son extension vers les autres parties du territoire malgache. Signalons la maladie des taches rondes (*Leptosphaeria Sacchari* Van Breda de Han), le charbon (*Ustilago scitaminea* Syd.), une fumagine, la morve rouge (*Colletotrichum falcatum* Went.), un parasite bénin (*Coniothyrium Sacchari* (Masse) Prillieux et Delacroix). Une Agaricacée très cosmopolite, *Schizophyllum commune* Fr. (= *S. lobatum* Bref.) a été trouvée sur tige morte. Selon Raciborski, cette espèce pourrait causer des lésions semblables à celles de *Colletotrichum falcatum*. Dans la région de Tamatave, nous avons étudié une maladie des racines dont une phalloïdée, *Dictyophora multicolor* Berk. et Br., paraît responsable.

Les variétés de maïs sensibles à l'*Helminthosporium turcicum* Pass. sont parfois terrassées par ce parasite. *Puccinia Maydis* Bereng. est moins redoutable.

Le sisal est assez souvent envahi par *Colletotrichum Agaves* cavara qui semble, dans la plupart des cas, se développer à la faveur de lésions causées par une déficience du sol en acide phosphorique. Signalons aussi, sur cette plante, des attaques foudroyantes d'un parasite très polyphyte, le *Lasiodiplodia Theobromae* (Pat.), Griff. et Maubl. qui ont été enregistrées vers la mi-janvier 1938 dans le sud de l'île. Très fréquemment, le ricin est atteint de rouille (*Melampsorella Ricini* (Biv.) de Toni). Les plantes acclimatées supportent,

sans trop souffrir, cette affection qui a empêché la culture d'une variété russe riche en huile. Les feuilles de cette enphorbiacée sont parfois envahies par un petit acarien sans doute identique à *Te-tranychus bimaculatus* Harv. (= *T. telarius* L.).

Le pois du cap (*Phaseolus lunatus* L.) peut être attaqué par une anguillule qui se rapporte probablement à *Heterodera Marioni* Cornu (= *H. radiciola* Greef.).

Les plantations d'arachides sont souvent compromises par une maladie à virus filtrant connue sous le nom de « rosette ». Cette « mosaïque » est très fréquente sur les plateaux (14.000 m.), mais semble plus rare à mesure que l'altitude diminue. Des expériences faites en serre, au laboratoire de Phytopathologie de Tananarive, ont confirmé que le vecteur du virus est l'*Aphis laburni* Kock. (= *A. leguminosae* Théo.). La pullulation de cet insecte paraît entravée par un coléoptère, *Cydonia lunata* Fab. var. *sulphurea* Ol., dont on doit favoriser la multiplication. Une affection de l'arachide, plus fréquente, mais beaucoup moins redoutable, est la maladie des taches brunes causée par *Cercospora personata* (B. et C.) Ell. et Ev. Signalons aussi, sur l'arachide : une flétrissure bactérienne, dont l'auteur est sans doute identique à *Bacterium Solanacearum* (E. F. Smith.) E. F. Smith, des attaques de *Sclerotium Rolfsii* Sacc. qui se rattache peut-être à *Cor-titium Rolfsii* (Sacc.) Curzi, de *Lasiodiplodia Théobromae* (Pat.) Griff. et Maubl., et des cas de panachure.

Sur le soja, nous décrirons un *Coniothyrium*, *C. Sojae* Bouriquet, qui attaque la base des tiges.

Trois uridinées : *Puccinia graminis* Pers., *P. triticina* Eriks., *P. glumarum* (Schm.) Erikss. et Henn., interdisent, actuellement, la culture du blé à Madagascar. Pourtant, jadis, la colonie produisait une partie de la farine de froment consommée sur place. L'absence de son hôte écidien (*Berberis vulgaris* L.) dans l'île, ne semble pas nuire au premier parasite. La difficulté d'obtenir des variétés résistantes à ces trois rouilles fait penser qu'il est sans doute préférable de rechercher des blés très précoces pouvant se cultiver avant les époques les plus favorables à l'évolution de ces champignons. Enfin, sur cette céréale, nous avons observé quelques cas de charbon causé par *Ustilago tritici* (Pers.) Jens.

Bien que le riz soit cultivé de longue date et que l'assolement, en usage dans certains pays, soit inconnu à Madagascar, on n'observe, dans les rizières, aucune maladie grave. Nous avons relevé la présence d'*Ustilaginoidea virens* (Cooke) Jak. et d'un *Fusarium* qui attaque

les chaumes et détermine la mort des plants. Un *Cephalosporium* envahit les anthères et produit une coulure. La virulence de ce champignon paraît faible car on le rencontre sur des plants placés dans de mauvaises conditions. Une phanérogane parasite, *Rhamphicarpa longiflora* Benth., fait quelques dégâts dans certaines contrées. Signalons aussi un acarien qui se loge dans la gaine et détermine une malformation de la panicule, le *Tarsonemus Orizae* Targ. Toss.

Sur le Sorgho, nous avons décelé un charbon (*Ustilago Sorghi* (Link) Pass.) et une rouille (*Puccinia purpurea* Cooke). Les cultures de basilic (*Oncinum basilicum* L.), sur les plateaux, sont généralement anéanties par une rouille (*Æcidium*) et la citronnelle (*Cymbopogon Nardus* Rend.) souffre beaucoup, dans les régions chaudes et humides, des attaques d'un *Puccinia*.

Le Patchouli (*Pogostemon Patchouli* Pelletier) est parfois contaminé par une anguillule des racines (*Heterodera Marionii*).

Un oïdium est fréquent sur le mûrier. Le responsable est *Ovulariopsis Moricollae* Del. qui se rattacherait à *Phyllactinia Moricollae* Sawada. Sur le même hôte existe un *Sphaerella*, *S. morifolia* Pass., et une urédinée, *Uredo Fici* Cast., forme imparfaite de *Kuehneola Fici* Butler. Enfin, des cochenilles du genre *Chrysompalus* qui attaquent les rameaux de mûrier, sont parfois envahies par un champignon entomophage, le *Myriangium Duriaei* Mont.

Sur les acacias, il a été observé un dépérissement dont la cause n'a pu être élucidée. Le pignon d'Inde (*Jatropha curcas* L.) utilisé comme support du vanillier est parfois attaqué par un polypore, le *Leptoporus zonalis*.

L'*Albizzia Lebbeck* Benth., est fréquemment parasité par une urédinée, le *Sphaerophragmium Acaciae* (Cooke) Magn. Une maladie de nature physiologique et se traduisant par un écoulement de gomme du tronc cause, dans certains districts de l'Est, des dégâts sérieux. Signalons aussi une affection des racines dont la cause paraît bien de nature fongique, mais l'absence de fructification ne permet pas plus de précision. Enfin, il a été noté sur *Albizzia moluccana* Miq., des attaques de *Lasiodiplodia Theobromae*.

Un *Mycosphaerella* paraissant nouveau a été observé sur des feuilles de jeunes Eucalyptus de la variété *obliqua*. Il sera décrit sous le nom de *Mycosphaerella Heimii* Bouriquet. Le même ligneux est parfois atteint d'une affection se traduisant par un abondant suintement brun et dont la cause n'a pu être établie. Sur le chêne existe le blanc (*Mycosphaera alphitoïdes* Griff. et Maubl.).

Parmi les arbres fruitiers coloniaux et européens, nous avons fait les observations suivantes : les feuilles du manguier sont assez fréquemment attaquées par un *Gloeosporium* que nous avons identifié à *Gloeosporium Mangiferae* Henn. espèce rattachée à *Glomerella cingulata* (Ston) Sp. et Sch. Plus rarement on rencontre un oïdium dont l'auteur ne semble pas différer d'*Erysiphe Polygoni* D. C. (= *E. communis* (Walr.) Fr.). Des cochenilles et notamment *Chionaspis dilatata* Green, permettent le développement d'une fumagine qui se rapporte sans doute à *Capnodium Mangiferae* Henn. Sur le feuillage de cet arbre on trouve aussi parfois une algue déjà signalée, le *Cephaleuros virescens*.

La face inférieure des feuilles de papayer porte souvent un enduit blanchâtre formé par *Ovulariopsis Papayae* van der Bijl. Le fruit présente parfois une anomalie curieuse, la cavité contient des carpelles supplémentaires isolés et volumineux.

Les jeunes fruits du Jacquier (*Artocarpus integrifolia* L.) sont fréquemment envahis par une Mucorinée, le *Rizopus Artocarpii* Rac.

Sur le cocotier, on constate fréquemment des attaques de *Pestalozzia palmarum* Cooke. *Graphiola Phœnicis* (Moug.) Poit. accompagne les quelques dattiers que l'on rencontre dans les collections. *Phyllosticta pirina* Sacc. s'observe parfois sur les feuilles de pommier alors que les fruits sont souvent altérés par *Glæosparium cingulatum* Atk., forme conidienne de *Glomerella cingulata* (Ston.) sp. et ch. Le *Cortitium salmonicolor* Berk. et Br. peut attaquer les rameaux et le *Schizophyllum commune* détermine un chancre du tronc. Enfin, signalons sur le pommier, un pourridié produit par *Rosellinia nécatrix* (Hart.) Berl.

Comme en Europe, la vigne souffre de nombreuses affections. Sur cette plante on observe fréquemment le mildiou (*Plasmopara viticola* (Berk. et Curt.) Berl. et de Toni) dont les attaques sont plutôt moins sévères qu'en France, l'oidium (*Uncinula necator* (Schw.) Burr.), l'anthraxnose (*Glæosparium ampelophagum* de Bary). Le *Cercospora viticola* (Cess.) Sacc, est très fréquent et semble faire des dégâts bien plus importants qu'en Europe. Sur la vigne, nous avons aussi relevé des attaques de *Pestalozzia uvicola* Speg. et de *Cyphella punctiformis* (Fr.) Kart. *Botrytis cinerea* Pers. (= *Sclerotinia Fukeliana* (de Bary) Fuck.) représenté dans la flore mycologique malgache, attaque probablement les grappes. Parmi les maladies non parasitaires, nous avons identifié la chlorose, le rougeot, la subérose.

Sur le pêcher, la rouille (*Puccinia Pruni-spinosae* Pers.) est fré-

quente. La cloque (*Taphrina deformans* (Berk.) et l'oïdium, (*Sphaerotheca pannosa* (Wallr.) Lev. sont plus rares. Enfin, on constate des cas de gommose et, quelquefois, des attaques d'une anguillule paraissant identique à *Heterodera Marioni* puis une acariose (*Tetranychus bimaculatus* ?). Parmi les Phanérogames, nous avons trouvé une Loranthacée indigène fixée sur les rameaux.

Il nous reste à énumérer les parasites des plantes potagères et ornementales. Sur le haricot, la rouille (*Uromyces appendiculatus* (Pers.) Link.), très fréquente, fait des dégâts souvent importants alors que l'anthracnose (*Colletotrichum Lindemuthianum* (Sacc. et Magn.) Br. et Cav.) beaucoup plus rare, est, dans le présent, une affection peu redoutable. Signalons encore sur cette légumineuse un *Cercospora* sp., *Phæoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferr. ; *Sclerotium Rolfsii* Sacc. et *Bacterium Phaseoli* E. F. Smith, auteur de la « graisse ».

Alors qu'*Alternaria Solani* Sor. détermine, assez rarement, des dégâts très sérieux en Europe, à Madagascar, il rend impossible, dans la région d'Antsirabe, la culture d'un grand nombre de bonnes variétés de pomme de terre. Dans les cultures, une proportion parfois assez élevée de plants est détruite par *Bacterium Solanacearum*. Un myxomycète, *Spongospora subterranea* (Wallr.) Johnson est responsable de quelques dégâts. En magasin, les tubercules peuvent être contaminés par des *Fusarium*. Sur cette plante, nous avons encore pu noter des cas de fasciation, de panachure, et des attaques très sévères d'*Heterodera Marioni*.

Cercospora beticola Sacc. est assez fréquent sur la betterave rouge. *Ramularia Cynerae* Sacc. nuit souvent au développement de l'artichaut. *Cystopus candidus* (Pers.) Lev. est parfois présent sur le navet et *Septoria Apii* (Br. et Cav.) Chester, est très préjudiciable aux plantations de céleri dont le feuillage est presque toujours endommagé par ce parasite.

La culture du melon et du cornichon est difficile à cause des attaques de *Peronoplasmopara cubensis* (Berk. et Curt.) Humphrey et d'*Erysiphe Cichoracearum* D. C.. Sur l'oseille, nous avons constaté des attaques d'*Heterodera Marioni*. Enfin, le fraisier souffre généralement beaucoup de l'envahissement de son feuillage par *Sphaerella Fragariae* (Tul.) Sacc.

En ce qui concerne les plantes ornementales, nous décrirons sur le rosier un *Mycosphaerella*, *M. rosigena* Ell. et Ev. var. *madagascariensis* Bouriquet. Ce champignon produit des taches sur les folioles de cette plante qui sont en outre presque toujours parasitées par

Marssonina Rosae (Bonn.) Br. et Cav. et *Oïdium leucoconium* Desm. stade conidien de *Sphaerotheca pannosa*. Ajoutons qu'une fumagine, accompagne souvent un puceron : *Macrosiphum Rosae* L.

La présence de *Septoria Dianthi* Desm. est presque constante sur certaines variétés d'œillet. *Entiloma Dahliae* Syd. provoque le dessèchement prématuré des feuilles du dahlia. Cette plante présente aussi des symptômes d'une « mosaïque » et est parfois attaquée par un acarien, (*Tetranychus bimaculatus* ?), et une anguillule (*Heterodera Marionii*). Le glaïeul est, dans quelques cas, parasité par *Puccinia Gladioli* Cast. Dans la région de Tananarive, de nombreux *Araucaria* (*A. exselsa*) sont atteints d'une maladie chancreuse qui pourrait bien être déterminée par une grande pauvreté du sol. Sur le cyclamen, on constate parfois une fonte causée par *Botrytis cinerea* Pers.

Pour terminer, signalons la présence *Tetranychus bimaculatus* sur le pois de senteur (*Lathyrus odoratus* L.) et d'*Oïdiopsis taurica* (Lev.) Salmon (= *Leveillula taurica* (Lev.) Arnaud) sur la capucine.

Tel est l'inventaire des maladies observées jusqu'à ce jour à Madagascar. De notre énumération nous avons soustrait les affections concernant les plantes qui font l'objet d'études particulières, mais ces affections seront citées dans les chapitres qui vont suivre (*).

(*) La bibliographie concernant ce chapitre a été reportée à la fin de l'ouvrage.

CHAPITRE III

Anthracnose du géranium rosat.

Glomerella Vanillae (Zimm.) Peth et Rag. var. *Pelargonii*
Bouriquet var. nov.

Le géranium rosat, *Pelargonium capitatum* Aiton, originaire du cap de Bonne-Espérance est actuellement cultivé dans différents pays et notamment à la Réunion, en Algérie et à Madagascar. Sur cette plante nous avons observé une panachure (Pl. A, fig. 1), une pourriture bactérienne dont l'agent responsable paraît identique à *Bacterium Solanacearum* (E. F. Smith) E. F. Smith et une anthracnose non décrite dont nous avons fait une étude détaillée.

* * *

La maladie débute par de petites taches qui apparaissent sur le limbe des feuilles (Pl. A, fig. 2). Au début de l'attaque ces taches sont punctiformes, puis, leur diamètre augmente peu à peu. Lorsqu'elles atteignent 1 millimètre ou 1 millimètre et demi, on distingue, dans de nombreux cas, successivement : un centre clair parsemé quelquefois de petits points noirs, une partie marron clair, une marge marron. Ces taches franchissent facilement les petites nervures de sorte qu'elles conservent souvent un contour arrondi. Les grosses nervures peuvent cependant s'opposer à leur extension ; dans ce cas, elles prennent un contour irrégulier. Les taches les plus âgées atteignent jusqu'à 3 millimètres, mais par confluence, elles peuvent former des macules plus étendues. A leur niveau, les tissus deviennent cassants et présentent parfois des déchirures. Lorsque la tache occupe la base d'un lobe, les tissus conducteurs se trouvent altérés ce qui entraîne le jaunissement et le dessèchement de tout ce lobe. Ceci peut se produire pour une feuille entière surtout lorsqu'elle est jeune. Les pédoncules des feuilles ne sont pas non plus exempts de cette maladie. Sur ces organes, les

taches sont allongées dans le sens de leur axe. Dans le cas d'attaques graves, de nombreuses feuilles se dessèchent et tombent, ce qui affaiblit considérablement la plante et entraîne souvent sa mort. Certains planteurs évaluent les dégâts de cette maladie, qu'ils dési-

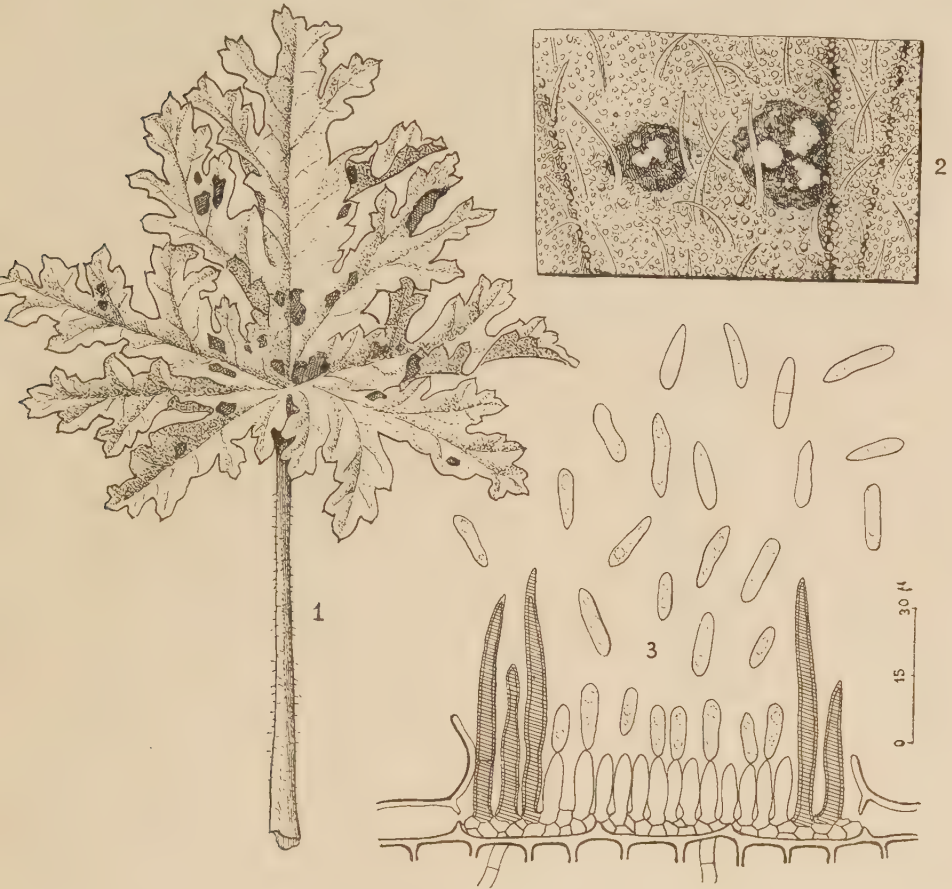


FIG. 5. — Anthracnose du géranium rosat (*Glomerella Vanillae* var. *Pelargonii*). — 1, feuille atteinte (grandeur naturelle). — 2, taches portant des fructifications ($\times 6$). — 3, fructification du type *Colletotrichum* et conidies.

gnent sous le nom impropre de « rouille », à 90 % certaines années, mais il est infiniment probable que ce pourcentage est en partie imputable à l'affection bactérienne signalée plus haut.

On ne connaît pas de variétés de géranium résistantes à la maladie qui serait connue depuis longtemps à la Réunion, où elle existe effec-

tivement, comme nous avons pu nous en rendre compte en examinant du matériel récolté dans la région du Tampon en mai 1937, à 400 mètres d'altitude environ et au cours d'un récent voyage dans cette île. Elle



FIG. 6. — Anthracnose du géranium rosat (*Glomerella Vanillae* var. *Pelargonii*). — 1, mycélium à l'intérieur des cellules du mésophylle. — 2, mycélium à l'intérieur d'un poil.

a également été constatée à Java par le service phytopathologique. A Madagascar, la maladie en cause nous a été signalée pour la première fois en 1930, dans la région du lac Itasy, mais les échantillons

reçus ne nous ont pas permis, à cette époque, d'établir nettement sa nature. En 1935, dans la région du lac Alaotra (Imerimandroso), et en 1936, dans la région de Moramanga (Anjiro), on nous signalait d'importants dégâts imputables à cette « rouille ». D'autre part, au cours d'un voyage au lac Alaotra en avril 1935, il nous a été possible de faire quelques observations sur place.

Des coupes faites dans une feuille nouvellement récoltée, et au niveau d'une jeune tache, montrent un rétrécissement des tissus, un brunissement et une rétraction des cellules qui rendent difficile l'observation microscopique. Il est cependant possible de déceler, dans les tissus altérés, l'existence d'un mycélium assez régulier, hyalin et cloisonné, d'environ $3\ \mu$ de diamètre. Ce mycélium qui se voit assez nettement dans les poils recouvrant les parties malades, est en connexion avec des fructifications qui apparaissent sur les deux faces du limbe. Ces fructifications sont constituées d'un mince stroma de 40 à $85\ \mu$ de diamètre, logé dans les cellules épidermiques, et duquel s'élèvent les stérigmates hyalins, parallèles, mesurant environ $12 \times 3,5\ \mu$. Sur le pourtour de ces stromas existent souvent des poils stériles ; ce sont ces poils qui apparaissent à l'œil nu, sur quelques taches, sous l'aspect de points noirs. Ces poils sont bruns, irréguliers, parfois fortement épaissis à l'extrémité, rarement pourvus d'une cloison à la base, mesurent environ $4\ \mu$ de large, et peuvent atteindre jusqu'à $65\ \mu$ de long. Les stérigmates portent des conidies également hyalines, à extrémités arrondies, mais quelquefois aiguës, généralement pourvues de deux points réfringents de même importance, ou de grosseur inégale. Les dimensions de ces conidies sont comprises entre $6,5 - 15 \times 4\ \mu$.

Ces organes sont assez rares sur les échantillons que l'on récolte par temps sec, mais en plaçant les feuilles de géranium dans un cristalliseur, sur une feuille de buvard humide, et en maintenant l'ensemble à une température de 27°C . pendant 24 heures, on fait apparaître des fructifications en grand nombre sur les taches. Ces fructifications sont très légèrement roses et disposées sans ordre. Celles dont le développement est provoqué sont souvent dépourvues de poils bruns. Il semble donc que l'apparition de ces derniers, comme cela a déjà été observé par Delacroix [2] sur l'auteur de l'anthracnose du vanillier, est favorisée par une atmosphère sèche. Les dimensions des spores qui se forment dans de telles conditions sont comprises entre $8,5 - 15 \times 4\ \mu$.

Placées dans une goutte d'eau, et maintenues à la température de



FIG. 7. — *Glomerella Vanillae* var. *Pelargonii*. — Germination, en goutte pendante, de conidies prélevées sur les organes malades : de 1 à 8, après 6 heures ; de 9 à 14, après 24 heures ; de 15 à 18, après 48 heures ; 19, après 52 heures ; 20, après 6 jours ; on observe ici des chlamydospores.

27° C., ces conidies germent rapidement. En 6 heures elles commencent à émettre des filaments à l'une ou à leurs deux extrémités, après s'être divisées en deux cellules par une cloison transversale ; certaines conidies germent par conidies secondaires. Le filament unique, ou les deux filaments issus de la conidie, s'allongent, se cloisonnent, et se ramifient. Après 48 heures, on voit se former des éléments particuliers qui, le 4^e jour, sont bruns, ovales, ou lobés, pourvus d'une membrane épaisse et d'une ou plusieurs gouttelettes réfringentes ; ce sont des chlamydospores mesurant environ $9,5 \times 7 \mu$.

Le champignon se cultive facilement à la température de 27° C., sur un milieu composé de : peptone, 1 gr. ; sucre, 1 gr. ; acide tartrique, 0 gr. 25 ; gélose, 1 gr. 5 ; eau, 100 cc. Desensemencements sur ce milieu ont été réalisés en partant, soit de spores prélevées sur des feuilles laissées à l'humidité pendant 24 heures et à la température de 27° C., soit de fragments de feuilles portant de jeunes taches, et désinfectées en surface par un lavage à l'eau, un passage rapide dans l'alcool à 90 °, une immersion de 2 minutes dans une solution de bichlorure de mercure à 2 ‰, et enfin, un lavage à l'eau stérile. Après 48 heures, il apparaît en surface, un feutrage blanc sale qui gagne peu à peu toute la surface du milieu, et prend une teinte très légèrement rosée en certains points riches en conidies (Pl. I). Après une dizaine de jours, il se produit un brunissement assez marqué au contact de la gélose. Les conidies ainsi obtenues en culture ont une longueur un peu réduite ($5,25 - 15 \times 4,2 \mu$).

Après un certain temps de culture en milieu artificiel, le champignon fournit des conidies dont la germination présente un caractère un peu différent de celles prélevées sur les organes malades. De tels organes provenant d'une souche cultivée dans ces conditions, depuis 40 jours, ont montré une tendance au bourgeonnement.

Les caractères énumérés ci-dessus sont ceux d'un *Colletotrichum*.

A notre connaissance, on n'a signalé aucune espèce de ce genre, ni sur le géranium rosat, ni sur le *Pelargonium*. Cooke et Masse ont décrit, sur des *Pelargonium* cultivés dans le jardin de Kew, en Grande-Bretagne, un *Glaesporium*, forme voisine, qui a des conidies arrondies aux deux extrémités, et dont les dimensions sont comprises entre 20×4 à 5μ , c'est le *Glaesporium Pelargonii* Cooke et Masee [1]. Nous estimons donc que le *Colletotrichum* observé sur le géranium, rosat à Madagascar et à la Réunion est différent, et proposons pour la maladie qu'il détermine, le nom d'*anthracnose*, l'appellation de

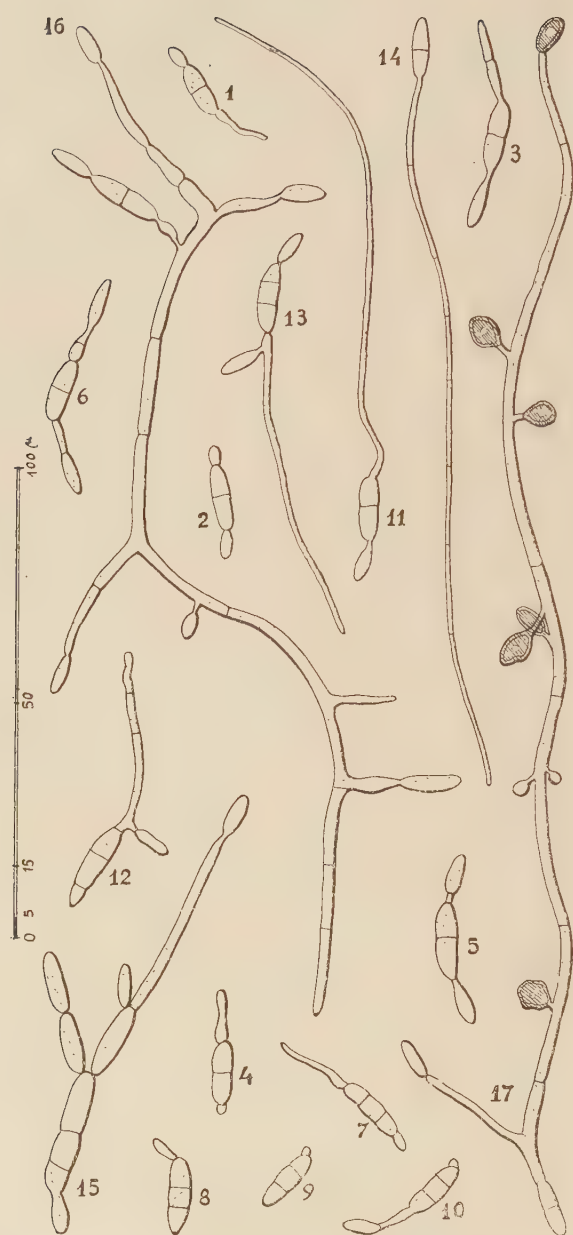


FIG. 8. — *Glomerella Vanillae* var. *Pelargonii*. — Germination, en goutte pendante, de conidies provenant de culture pure et prélevées sur souche cultivée depuis 40 jours : de 1 à 16, après 24 heures ; 17, après 4 jours.

« rouille » étant impropre, cette dernière étant réservée aux maladies qu'engendrent les urédinées.

N'ayant pas de boutures racinées, au moment de nos observations, nous avons tenté des infections artificielles, sur rameaux détachés,

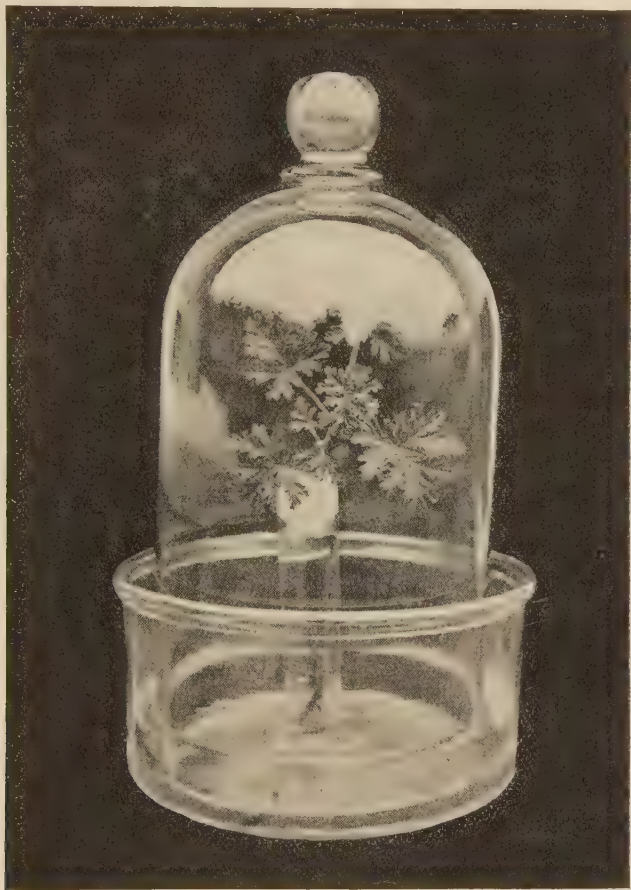


FIG. 9. — Dispositif permettant de reproduire, à l'aide de suspensions de conidies provenant de cultures pures, l'anthraxose du géranium rosat sur rameau détaché.

en partant de conidies de cultures pures mises en suspension dans l'eau. Avant l'expérience, ces rameaux, dépouillés de leurs vieilles feuilles, ont été soumis pendant une heure à un courant d'eau, puis nous avons déposé la suspension de conidies sur les feuilles humides. Nous avons ensuite placé ces rameaux, dont la base était maintenue

dans l'eau, sous cloche, à l'étuve à 27° C. Après 4 jours, il est apparu des taches caractéristiques, quoique plus grisâtres, et un peu plus tard des pustules roses sur lesquelles nous avons pu recueillir, en abondance, des conidies du champignon. Les rameaux témoins placés dans les mêmes conditions ont conservé leurs feuilles saines.

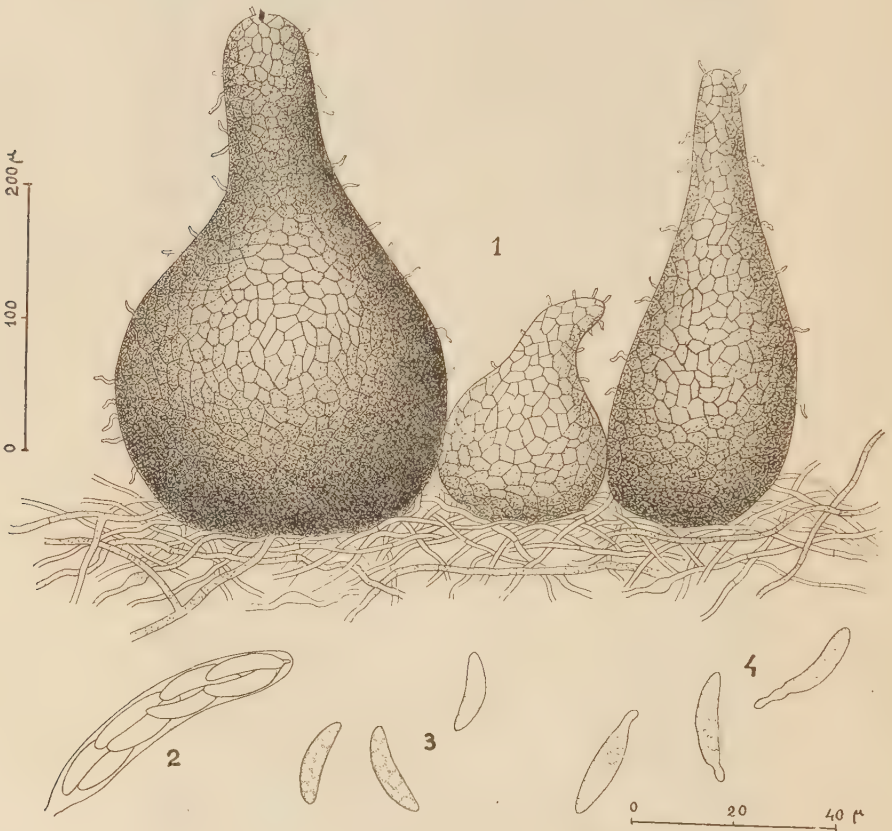


FIG. 10. — *Glomerella Vanillae* var. *Pelargonii*. — 1, périthèces obtenus en culture. — 2, asque. — 3, ascospores. — 4, ascospores ayant germé à l'intérieur de l'asque.

Sur des cultures conservées en étuve à 27° C. pendant 6 mois, se sont formés des périthèces bruns, groupés, plus ou moins piriformes, portant quelques poils, et pouvant atteindre 380 μ de long et 250 μ de large. A l'intérieur de ces périthèces, se trouvent des asques dont les dimensions sont voisines de $56,50 \times 9 \mu$, dépourvus de paraphyses, sensiblement cylindriques, à extrémité un peu atténuée, arrondie et

épaissie. Ces asques contiennent chacun 8 ascospores hyalines, continues, incurvées, obtuses dans leurs parties terminales, et à contenu un peu granuleux, après coloration par le bleu lactique. Quelques-unes de ces ascospores subissent, à l'intérieur de l'asque, un début de germination ; leurs dimensions sont comprises entre $12,5 - 19 \times 3,50 - 7 \mu$. Ajoutons que dans les cultures existent des bouquets de poils bruns stériles, semblables à ceux que l'on observe autour des fructifications conidiennes, sur les organes parasités.

Les caractères de ce champignon sont ceux d'un *Glomerella* dont la ressemblance avec l'un des agents de l'anthraxose de la vanille, *Glomerella Vanillae* (Zimm.) Petch et Rag., est notable si l'on considère les asques et les ascospores et si l'on tient compte : que les périthèces décrits par Petch et Ragumathan ont été recueillis sur des organes malades, maintenus à l'humidité, et non obtenues en culture ; que nous avons donné des dimensions extrêmes. Rappelons que les caractères de *G. Vanillae* sont les suivants : périthèces superficiels, disséminés ou groupés, de couleur noire, clairs au sommet, mesurant 200μ de diamètre et 175μ de hauteur. Asques lancéolés, dépourvus de paraphyses, dont les dimensions sont voisines de $54 \times 12 \mu$, ascospores incurvées, hyalines, continues, de $14-20 \times 3-6 \mu$.

Des repiquages de ces vieilles cultures nous ont donné en quelques jours, sur le même milieu, à la température de 27°C. , des fructifications conidiennes à l'aide desquelles nous avons pu reproduire l'anthraxose sur le géranium rosat au moyen du dispositif décrit plus haut, alors que des inoculations faites avec blessures, sur tiges et feuilles de vanillier, en serre, ou sur liane détachée et maintenues à l'étuve à 27°C. dans une atmosphère saturée d'humidité, ont été négatives.

Il s'agirait donc d'une forme adaptée au géranium rosat. A notre connaissance aucun *Glomerella* n'a été signalé sur *Pelargonium*, aussi, nous proposons pour ce parasite le nom de *Glomerella Vanillae* var. *Pelargonii*.

D'après les observations faites dans la nature, il semble que le développement de ce parasite soit hautement favorisé par la chaleur et l'humidité. C'est, en effet, pendant la saison pluvieuse, par temps orageux, qu'elle ferait le plus de dégâts. Les pluies fines de la saison fraîche, par contre, permettent au géranium de reprendre de la vigueur et la maladie disparaît. Les cultures en terrains plats et argileux paraissent les plus exposées à cette affection. Dans des terres perméables et en pente, les ravages sont moins sérieux.

Il semble que les traitements cupriques doivent permettre de juguler la maladie, mais des essais de sulfatages entrepris par un planteur aux environs de Moramanga n'ont pas été encourageants.

CONCLUSION DE CE CHAPITRE.

L'affection du géranium rosat connue sous le nom de « rouille » est produite par un champignon dont la forme conidienne est du type *Colletotrichum*. La dénomination de rouille est impropre et doit être remplacée par celle d'anthracnose. Dans la nature, la forme parfaite de ce parasite n'a pas été observée, par contre, des ensemencements sur milieu de culture gélosé ont permis d'obtenir un *Glomerella* morphologiquement semblable à *Glomerella Vanillae* (Zim.) Petch et Rag mais, ce *Glomerella* s'est révélé incapable de contaminer *Vanillia planifolia* Andr. Le nom de *Glomerella Vanillae* var. *Pelargonii* est proposé.

BIBLIOGRAPHIE

1. SACCARDO (P. A.). — Sylloge Fungorum, vol. X, p. 453, 1892.
 2. DELACROIX (G.). — Sur deux maladies du vanillier. *Bulletin de la Société mycologique de France*, t. XVIII, fasc. 3, 1902.
 3. ELLIOT (Ch.). — Manual of Bacterial plant pathogene. Baillière Tindamm and Cox, London, 1930.
 4. PETCH (T.) et RAGUNATHAN (G.). — The Fungi associated with disease in vanilla. *Annals of the Royal Botanic gardens, Peradeniya*, vol. X, part. 2, 1927.
 5. TOURNEUR. — Note sur la culture du géranium rosat. *Bulletin économique trimestriel*, nouvelle série, n° 3, pp. 196-203, 1935.
-

CHAPITRE IV

Rouille de l'aubergine.

Puccinia angivyi sp. nov. Bouriquet.

La culture de l'aubergine, assez répandue dans la grande île, est souvent entravée par certaines maladies. Il a été possible de relever, sur cette solanée, un oïdium produit par une forme conidienne du type *Oïdiopsis* que nous avons cru pouvoir rattacher à *Leveillula taurica* (Lev.) Arnaud. et un *Macrosporium* qui ne semble pas décrit et pour lequel nous avons adopté le nom de *Macrosporium Poissoni* sp. nov. Bouriquet. Signalons aussi un *Cladosporium* qui accompagne un puceron, et des attaques d'*Heterodera Marioni* sur les racines, puis, une rouille sur laquelle nous avons pu faire quelques observations.

* * *

Cette rouille se constate sur des plants de tous âges et sur tous les organes aériens (tiges, pétioles, pédoncules des fruits, sépales et fruits eux-mêmes) sauf les pétales, l'androcée et le gynécée (Pl. B et Pl. II, fig. 1, 2, 3). Les parties atteintes se recouvrent de pustules orangées qui colorent les doigts. Un examen attentif permet de voir que ces pustules sont constituées de sortes de petites coupes blanches contenant une matière pulvérulente (écidospores). Dans les pustules qui, sur les feuilles, apparaissent des deux côtés, on trouve parfois de petites larves se nourrissant d'écidospores, ce sont les larves d'un diptère : *Mycodiplosis* ? Au niveau de ces pustules, les tissus sont hypertrophiés. Comme l'infection intéresse le plus souvent un seul côté de l'organe, il en résulte des déformations qui modifient sensiblement son tropisme normal. La maladie sévit avec une intensité particulièrement grande, pendant la saison sèche. Durant cette

période (souvent en juin-juillet), on voit apparaître des pustules marron foncé ; elles correspondent à la forme de résistance du parasite (téleutospores).

Les dégâts causés par cette rouille sont importants. La maladie peut terrasser les aubergines pendant la saison sèche et interdire la culture de cette solanée durant quelques mois si l'on n'a pas le soin d'y remédier. Enfin, notons que nous n'avons point trouvé de différence de résistance entre les variétés cultivées dans le pays.

On ne possède point de renseignements sur l'époque d'apparition de cette maladie à Madagascar, elle a été signalée pour la première foi en 1926 [1] et nous-mêmes l'avons rencontrée dans les environs de Tananarive dès notre arrivée en 1929.

Dans les tissus atteints, on voit un abondant mycélium assez irrégulier, hyalin, cloisonné ; son diamètre est d'environ $4\ \mu$. Ce mycélium comble parfois des espaces importants et émet, dans les cellules, d'énormes suçoirs constitués d'un filament ramifié et pelotonné. Sous l'influence du champignon, les cellules subissent souvent une dilatation et surtout un allongement dans un sens perpendiculaire à la surface de l'organe.

En quelques points, et à une certaine profondeur, le mycélium s'agrége pour former les organes de multiplication. Il apparaît bientôt, au sein des tissus, une fructification globuleuse et close, d'environ $215\ \mu$, constituée d'une enveloppe hyaline (*pseudoperidium*) à l'intérieur de laquelle se forment des écidiospores vivement colorées en jaune orangé ; ce sont de jeunes *æcidium*. La partie du *pseudoperidium* voisine de la surface de l'organe parasité s'allonge, atteint l'extérieur, dépasse très largement l'épiderme, et s'ouvre en s'évasant un peu ; les dimensions sont alors voisines de $630 \times 420\ \mu$. A la base de cet organe (*æcidium*), des stérigmates courts, un peu renflés au centre, portent des files d'écidiospores séparées entre elles par une cellule intercalaire plus ou moins aplatie. A la partie extérieure de la chaîne, les écidiospores se libèrent ; leur forme est subglobuleuse ou un peu anguleuse, conséquence de la pression qu'elles ont exercée et subie durant leur développement. Les cellules périodiales qui constituent l'enveloppe hyaline sont un peu allongées dans le sens de l'axe de l'*æcidium* ; leurs dimensions sont voisines de $25 \times 20\ \mu$. Quant aux écidiospores, elles contiennent de gros globules jaunes (carotène ?) irréguliers ; leur membrane est épaisse (environ $2,4\ \mu$) et très finement verruqueuse. Les dimensions de ces organes sont comprises entre $16,50-26,25 \times 14,50-19\ \mu$. En goutte pendante et maintenue



FIG. 11. — *Puccinia Angivyi*. — 1, aecidium. — De 2 à 9, écidiospores. — 10, écidiospore vue à une mise au point différente. — 11 et 12, germination d'écidiospores en goutte pendante à 27° C. après 24 heures. — De 13 à 19, téléospores. — 20, fragment de pseudopérédium. — 21, cellule pérédiale isolée.

à une température de 27° C., elles commencent à germer après 24 heures.

Sur quelques échantillons on trouve, mêlées ou non aux écidiospores, des téléutospores bicellulaires pourvues d'un très long pédicelle hyalin et fragile. Leur paroi est très épaisse (environ 4 μ à la partie supérieure) et souvent rétrécies au niveau de la cloison. Les dimensions du corps de la téléutospore sont de 35,50-52,50 $\times$ 21-27 μ . Les urédospores et les spermogonie n'ont pas été observées.

Sur du matériel (tige et pétiole) fixé par les méthodes de Dubosc Brazil (formol à 40 %, 60 cc. ; acide picrique, 1 gr. ; alcool à 90°, 150 cc. ; acide acétique cristallisable, 15 cc.) et de Nemec (solution de bichromate de potasse à 1 %, 25 cc. ; solution d'acide chromique à 1 %, 25 cc. ; formol 8 cc.) et après coloration à l'hématoxyline de Heidenhain, nous avons pu faire des observations cytologiques sur le champignon parasite et sur les parties envahies de la plante nourricière :

Ces méthodes permettent de bien mettre en évidence les noyaux et leur nucléole dans les éléments de l'*æcidium*. Les cellules fongiques de la base de cet organe contiennent un seul noyau alors que les cellules qui supportent les files d'écidiospores (stérigmates) en contiennent deux ; ce sont les dikaryons.

Dans les sores à téléutospores il est possible de suivre l'évolution nucléaire des organes de résistance : les téléutospores encore jeunes, ainsi que les cellules stromatiques dont elles dérivent, possèdent deux noyaux bien différenciés par cellule. Au cours du développement de la téléutospore, la membrane nucléaire disparaît, la fusion des noyaux s'opère pour n'en former qu'un seul, tandis que la membrane de la téléutospore se colore peu à peu en brun.

Sous l'influence du parasite, les chloroplastes contenus dans les cellules sous épidermiques perdent leur propriété de fixer le colorant et parfois disparaissent au voisinage des fructifications (*æcidium* ou téléutospores). De plus, les noyaux et surtout leur nucléole, s'hypertrophient d'une façon très notable et cette hypertrophie est indépendante de celle des cellules correspondantes. Ces dernières sont en effet souvent aggrandies. Sur les tiges, notamment, elles subissent un allongement radial qui explique l'épaississement des régions attaquées, et les déformations que l'on constate.

Sur différents *Solanum* spontanés et désignés par les indigènes sous les noms d'*angivy* et de *vaopo*, on observe une rouille semblable à celle de l'aubergine (Pl. II, fig. 4). Sur ces plantes nous avons trouvé les

deux formes du champignon dont l'évolution est la même (les téléospores, notamment, apparaissent aussi en juin, juillet). Aucune différence notable n'existe quant à la forme et aux dimensions des

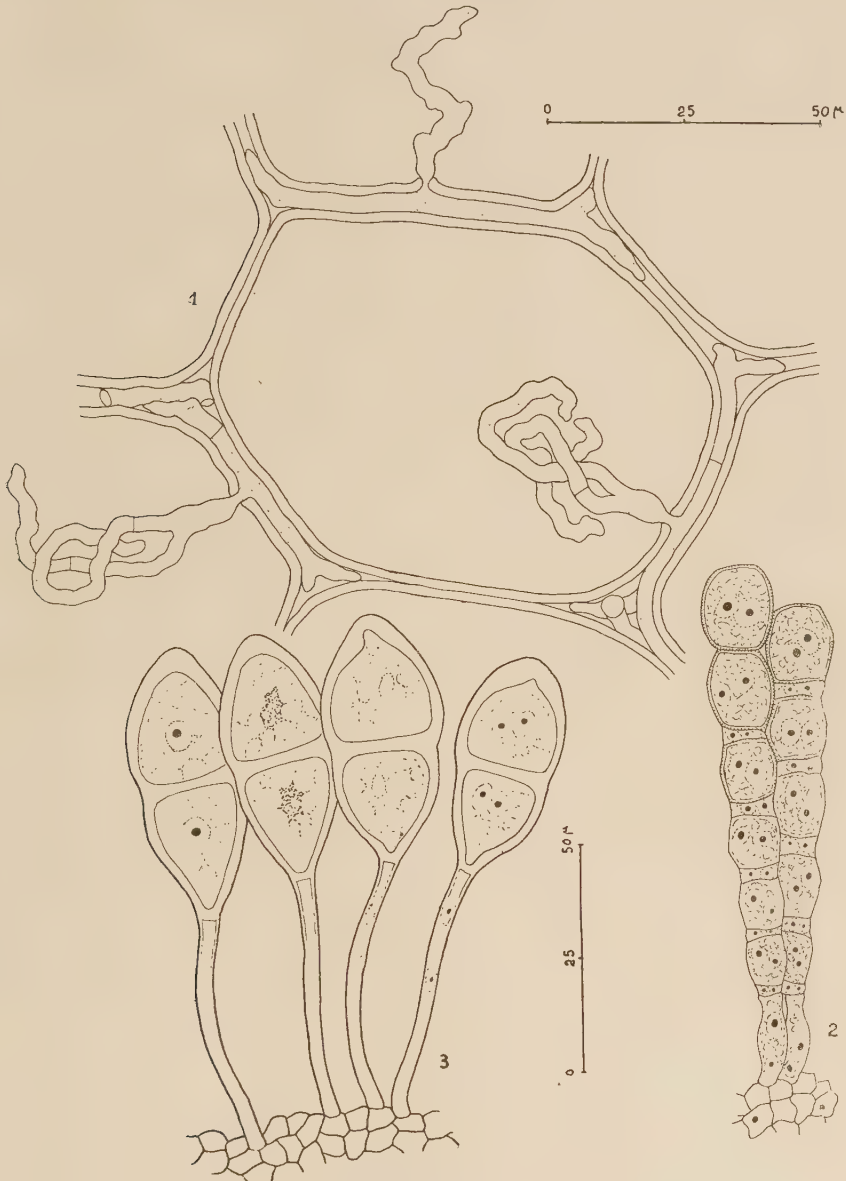


FIG. 12. — *Puccinia Angivi*. — 1, mycélium et suçoirs. — 2, files d'écidiospores fixées par la méthode de Dubosc Brazil et colorées par l'hématoxyline. — 3, téléospores à différents stades de l'évolution nucléaire ayant subi le même traitement.

écidiospores et des téléutospores. Les dimensions des premières sont comprises entre $19-29,50 \times 12,50-20 \mu$. Celles des secondes sont de $35,50-52,50 \times 17-27 \mu$. Il paraissait possible d'admettre qu'il s'agissait de la même espèce mais on pouvait se demander si ce n'était pas deux formes biologiques du même champignon. Un essai d'infection réalisé en serre a permis, en partant d'écidiospores de l'aubergine, de réaliser une infection sur *vaopo*, les premiers symptômes du mal sont apparus après une dizaine de jours ensuite, de nombreux *aecidium* se sont formés. Des sujets témoins maintenus dans un compartiment contigu sont restés indemnes. Enfin, des mensurations d'écidiospores prélevées sur ce *Solanum* et résultant d'une infection artificielle ont donné ces chiffres : 18 à 27 μ pour la longueur, 12,5-19 μ pour la largeur. Il semble donc que cette espèce d'Urédinée est commune à ces différentes plantes.

Notons que pendant l'évolution de la maladie, en juillet-août 1937, sur les plants contaminés en serre chaude et humide, nous avons observé sur les *aecidium*, une efflorescence blanche. A l'examen microscopique nous avons pu nous rendre compte qu'elle était formée par un *Verticillium* identique à celui que nous avons trouvé sur l'*Hemileia vastatrix* (Cf. chapitre VII). Ce *Verticillium* s'est développé avec une telle vigueur qu'il est permis de lui attribuer l'arrêt de l'extension de la rouille qui a même complètement disparu dans le courant de septembre. A la même époque, dans le voisinage immédiat de la serre, des plants de *vaopo* du même âge, cultivés en plein air, dans une atmosphère fraîche et sèche, portaient des pustules de l'Urédinée sans aucune trace du *Verticillium*. Nous avons déjà indiqué que la rouille de l'aubergine sévit avec beaucoup plus d'intensité en saison sèche qu'en saison humide, or, une température et un degré hygrométrique élevés semblent très favorables au développement du *Verticillium*. Nous avons peut-être là l'explication du comportement de la maladie suivant les saisons.

En dehors du pays on a signalé une rouille sur l'aubergine en Gold Coast (Bunting [6]) et en Amérique (Ocfemia [9]). Il s'agit d'une forme écidienne qui, d'après ce dernier auteur, ne s'observe que sur les feuilles et a été identifiée à *Aecidium tubulosum* Pat. et Gaill. (= *Puccinia tubulosa* (Pat et Gaill.) Arthur). Or, cette espèce est hétéroïque et la forme parfaite se rencontre sur différentes espèces de *Paspalum* (*P. compressus*, *P. conjugatum*, *P. Humboltianum*, *P. paniculatum*, etc.). De plus, le pédicelle des téléutospores de *P. tubulosa* est court. L'espèce malgache paraît donc nouvelle aussi, proposons-

nous de la désigner sous le nom de *Puccinia angivyi*. Un échantillon de cette espèce a été déposé dans l'herbier du Laboratoire de Cryptogamie du Muséum national d'Histoire naturelle de Paris.

Enfin, notons que parmi les nombreux *Puccinia* qui ont été observés sur les *Solanum*, dans différents pays, *P. transformans* Diet, trouvé sur *Solanum Tomatillo*, à Santiago, présente beaucoup d'analogie avec *P. angivyi*. Les urédospores de cette espèce sont ellipsoïdes, finement verruqueuses et mesurent de $20-30 \times 15-20 \mu$. Les téléutospores légèrement reserrées au niveau de la cloison mesurent de $36-55$ (rarement jusqu'à 70) $\times 20-27 \mu$; leur épispore est lisse, le pédicelle est long, fragile, hyalin.

CONCLUSION DE CE CHÂPITRE.

A Madagascar, la rouille de l'aubergine (*Solanum esculentum* Dun.) est produite par un *Puccinia* qui forme son *æcidium* et ses téléutospores sur cette solanée. Ce *Puccinia* ne peut être rattaché à *Puccinia tubulosa* (Pat. et Gaill.) Arthur (= *Æcidium tubulosum* Pat. et Gaill.) signalé sur l'aubergine car ses attaques ne sont pas limitées aux feuilles, il n'est pas hétéroïque et ses téléutospores sont pourvues d'un très long pédicelle.

Pour ce parasite qui s'observe également sur des *Solanum* sauvages, le nom de *Puccinia angivyi* est proposé.

BIBLIOGRAPHIE

1. ANONYME. — La culture maraîchère en Imerina. *Bulletin de la Société d'Horticulture de Madagascar*, n° 4, Tananarive, 1926.
2. ARTHUR (J. C.). — Uredinales of Porto Rico. *Mycologia*, p. 255, 1915.
3. ARTHUR (J. C.). — Uredinales. *Am. Journ. of Bot.*, p. 464, 1918.
4. ARNAUD (G.). — Etude sur les champignons parasites. *Annales des Epiphyties*, t. VII, Paris, 1921.
5. BOURIQUET (G.). — Liste des parasites et maladies des plantes cultivées à Madagascar. *Moniteur international de la Protection des plantes*, n° 7, 1932.
6. BUNTING (R. H.). — Annual report for the year, 1925-26. Rept. Agric. Dept. Govt. Gold Coast for the period April 1925, to March, 1926, pp. 32-33, 1926.
7. CIFERRI (R.). — Informe de fitopatologia. Principales enfermedades de las plantas cultivadas, observadas en el curso del año 1926. Segundo Informe Annual Estac. Nac. Agron. Moca, Republica Dominicana, 1926. (Anal. in *Rev. Appl. Myc.*, 1928).

8. FERRARIS (T.). — Trattato di patologia e terapia vegetale. Ulrico Hoepli, Milano, 1926.
 9. OCFEMIA (C. O.). — Two rusts hitherto unterported on economic hosts from the Philippine Island. *Philipp. Agric.*, XXIII, 10, 1935.
 10. PATOULLARD (N.) et GAILLARD (A.). — Champignons du Venezuela et du haut Orénoque. *Bull. Soc. myc. de France*, p. 97, 1888.
 11. SACCARDO (P. A.). — *Puccinia tubulosa*. Sylloge Fungorum, vol. XXIII, p. 742, 1925.
 12. SYDOW (P. et H.). — Monographia Uredinearum, vol. IV, p. 312, 1924.
 13. THOMAS (H. E.). — Cultures of *Aecidium tubulosum* and *Passifloriicola*. *Phytopathology*, vol. VIII, p. 163, 1918.
 14. VON DIETEL (P.). — Einige neue Uredineen aus sudamerika, *Ann. Myc.*, p. 245, 1907.
-

CHAPITRE V

Quatre maladies cryptogamiques du *Voandzeia subterranea* Dupetit-Thouars.

Sur cette légumineuse qui semble d'origine malgache, très répandue dans le pays, et que les autochtones désignent sous le nom de *Voanjobory*, nous avons observé des attaques de quatre parasites dont deux ne paraissent pas décrits.

Sphaerotheca Voandzeiae sp. nov. Bouriquet.

La maladie provoquée par ce parasite est caractérisée par l'apparition d'un enduit blanchâtre pulvérulent qui recouvre le limbe des folioles de la plante. Il s'agit donc d'un oïdium typique. On observe cet enduit sur les deux faces mais il est beaucoup plus fréquent et plus épais à la face supérieure. Les feuilles atteintes sèchent et meurent prématurément, ce qui nuit à la bonne végétation et à la formation des graines.

Le champignon responsable est constitué d'un mycélium superficiel, d'environ 7 μ de diamètre, qui envoie des suçoirs dans les cellules épidermiques, ceux-ci sont massifs, un peu allongés ; leur surface est irrégulière et leurs dimensions voisines de $18 \times 15 \mu$; ils sont reliés au mycélium par un fin pédicule.

Des rameaux mycéliens, intriqués les uns dans les autres, portent des conidiophores de longueur variable et disposés perpendiculairement à la surface du limbe ; ils sont terminés par de grosses conidies hyalines à extrémités tronquées dont voici les dimensions : $25-45 \times 13-19 \mu$. Toutes les parties superficielles du champignon (mycélium, conidiophores, conidies), sont recouvertes de cristaux d'oxalate de chaux qui rendent leur surface irrégulière ; elles disparaissent au moment de l'apparition des périthèces. Ceux-ci sont très petits, glo-

buleux, et constitués de cellules d'un faible diamètre ; leur face appliquée contre le support est aplatie. Leur teinte est marron foncé quand ils sont mûrs, ils ne possèdent point de fulcres, mais ils montrent cependant quelques cellules renflées qui font saillie à la surface et quelquefois des filaments hyalins qui se confondent avec le mycélium ; leur plus grand diamètre est compris entre $73-105\ \mu$.

L'asque est subglobuleux, ses dimensions sont voisines de $53 \times 45\ \mu$;



FIG. 13. — Oïdium du *Voandzeia subterranea*
(*Sphaerotheca Voandzeiae*).

il contient 4 ascospores ovales et hyalines d'environ $25 \times 16\ \mu$. Toutefois, il est possible que ce nombre puisse être dépassé car nous n'avons observé qu'un très petit nombre de périthèces à maturité complète.

Les caractères énumérés ci-dessus sont ceux d'un *Sphaerotheca*, bien que dans ce genre il existe des fulcres plus ou moins nets. Ce champignon diffère de *Sph. Humuli* (D. C.) (= *Sph. Castagnei* Lev.) connu sur de nombreuses plantes (notamment sur les trèfles) et dont les périthèces sont pourvus de fulcres.

Le *Sphaerotheca* du voanjobory paraît donc nouveau. Nous l'appellerons *Sph. Voandzeiae*.

La forme conidienne du champignon s'observe pendant la saison des pluies ; les conidies et le mycélium, peuvent recouvrir entière-

ment les folioles. Les périthèces se forment au début de la saison sèche, alors que la plante a terminé sa végétation. Nous avons trouvé ces organes en abondance dans la région du lac Alaotra, en mai 1936.

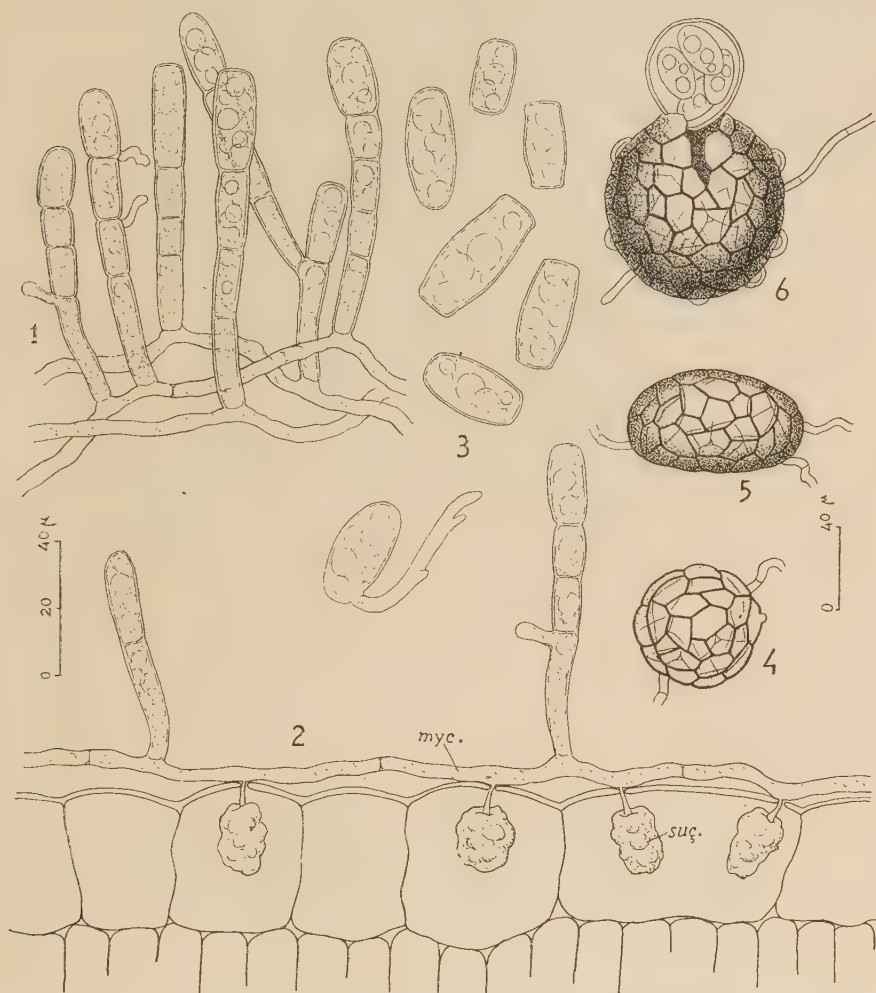


FIG. 14. — *Sphaerotheca Voandzeiae*. — 1, conidiophore et conidies. — 2, coupes faites dans une feuille montrant les suçoirs (suc.) en relation avec le mycélium (myc.) du champignon. — 3, conidies dont une est pourvue d'un filament germinatif. — 4 et 5, périthèces jeunes. — 6, périthèce mûr.

Les conditions réalisées aux environs de Tananarive ne paraissent pas favorables à leur apparition car nous n'en avons jamais rencontré dans cette région.

Enfin, notons que sur quelques échantillons il y a une cryptogame étrangère à ce *Sphaerotheca*. Cette cryptogame est constituée de petites pycnides allongées, fixées sur les conidiophores, elle appartient à une espèce parasite des Erysiphées, au *Cicinnobolus Cesatii* Bary qui existe aussi sur l'agent de l'oïdium du tabac.

A Madagascar, l'oïdium du *Voandzeia subterranea* paraît très répandu. Nous l'avons remarqué pour la première fois dans la région du lac Alaotra en avril 1935. Mais nous l'avons retrouvé depuis dans la région de Tananarive.

Comme moyen de lutte on ne peut envisager que des mesures prophylactiques : destruction des fanes après la récolte et alternance rationnelle des cultures.

Ascochyta Phaseolorum Sacc.

Les folioles de *Voandzeia subterranea* attaquées par ce champignon, portent de grandes taches de teinte feuille morte qui peuvent intéresser une grande partie du limbe. Leur bord est lobé, et leur surface montre des lignes foncées disposées concentriquement. A la loupe, on distingue, sur les deux faces, une fine ponctuation formée par les fructifications du parasite. Les feuilles atteintes s'enroulent sur leur côté supérieur et se dessèchent parfois entièrement.

Les tissus altérés sont envahis par un gros mycélium intercellulaire, très cloisonné, irrégulier, assez noueux, légèrement coloré en brun et pouvant atteindre 9 à 10 μ de diamètre. Il est bien visible sur le bord des taches, dans les tissus nouvellement envahis. Ce mycélium est en relation avec des pycnides globuleuses, légèrement aplaties, dont le plus grand diamètre est voisin de 105 microns. Ces pycnides, plus ou moins enfoncées dans les tissus, contiennent des stylospores hyalines, pourvues d'une cloison transversale ; à maturité, leurs dimensions sont comprises entre 7 à 10,5 $\times$ 2,5 à 4 microns. Le même parasite et les mêmes symptômes s'observent sur le *Vigna catjang*, désigné sous les noms de *voehms*, *cow pea*, etc... nous l'avons rencontré pour la première fois sur ces deux plantes cultivées côte à côte, près de Tananarive, en mars 1936.

Marshal et Steyaert [4] ont décrit, sur le *Voandzeia subterranea*, au Congo belge, un *phyllosticta*, *P. Voandzeiae*, qui pourrait être considéré comme étant identique à l'*Ascochyta* de Madagascar immature si les stylospores n'étaient pas aussi volumineuses (12,6 — 21 $\times$

4,2 à 4,8 μ) et contenues dans de pycnides également plus grandes (150 μ). Notre *Ascochyta* diffère aussi, par la taille des stylospores (14-16 $\times$ 4-6 μ), d'*A. Pisi* Lib., dont la forme parfaite (*Mycosphaerella*



FIG. 15. — *Ascochyta Phaseolorum* sur folioles de *Voandzeia subterranea*.

pinodes (Berk et Blox) Niessl.) a été signalée sur le *Vigna sinensis* par Sprague [6].

Nous avons indiqué que le même *Ascochyta* s'observe sur *Voandzeia*

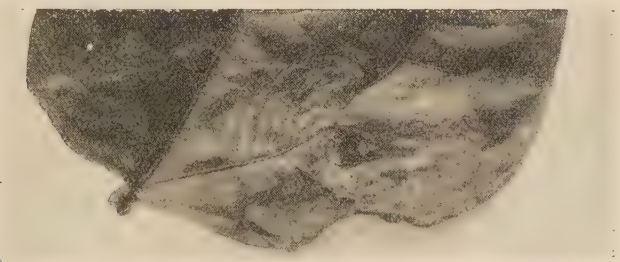


FIG. 16. — *Ascochyta Phaseolorum* sur *Vigna catjang*.

subterranea et sur *Vigna Catjang* or Snowden [4] a signalé sur cette dernière légumineuse, dans l'Uganda, *Ascochyta Phaseolorum* Sacc. Les pycnides de cette espèce sont globuleuses, leur diamètre est voisin

de $100\ \mu$; les stylospores sont oblongues, hyalines, pourvues d'une cloison et mesurent $10 \times 3\ \mu$. La comparaison de cette description avec celle de l'espèce rencontrée à Madagascar permet d'identifier celle-ci à *A. Phaseolorum* Sacc.



FIG. 17. — *Ascochyta Phaseolorum*. — Coupe d'une pycnide.

***Cercospora Voandzeiae* sp. nov. Bouriquet.**

Sur la face inférieure des folioles, plus rarement du côté supérieur, il se forme parfois un léger enduit grisâtre que l'on peut facilement détacher par frottement. Cet enduit apparaît d'abord par taches isolées, puis il gagne à peu près tout le limbe. Il est formé par des fructifications d'un champignon appartenant au genre *Cercospora*.

Des coupes faites au niveau de ces fructifications montrent que les tissus des folioles sont envahies par un mycélium qui s'agrége en stroma sous les stomates et émet, par l'ostiole de ces dernières, des bouquets de conidiophores bruns, cloisonnés, noueux ; leur longueur est voisine de 85 microns, leur largeur de 6. Ils portent des cicatrices correspondant à l'insertion des spores qui se sont libérées. Celles-ci sont hyalines,

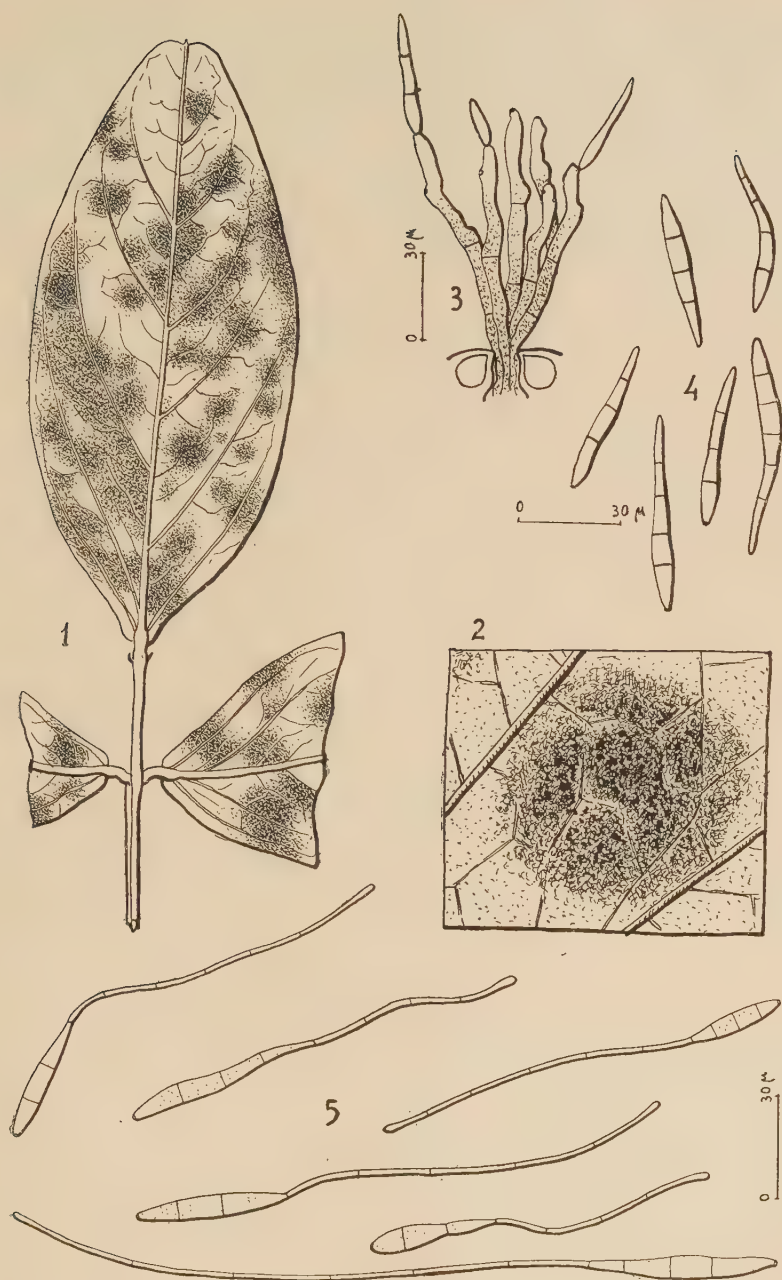


FIG. 18. — *Cercospora Voandzeiae*. — 1, folioles attaquées (grandeur naturelle). — 2, tache vue à la loupe ($\times 7$). — 3, coupe dans une fructification. — 4, conidies. — 5, germinations de conidies après 48 heures.

élargies à l'une de leurs extrémités, effilées à l'autre, elles portent le plus souvent trois cloisons et mesurent de 29 à 64 microns de long sur 4 à 5,25 de large. Nous avons trouvé ce *Cercospora* pour la première fois près de Tananarive, en mars 1936.

Dans l'Uganda, Snowden [5] a également signalé sur *Voandzeiae subterranea*, un *Cercospora* qu'il ne croit pas décrit. Peut-être s'agit-il de la même espèce qu'à Madagascar pour laquelle nous proposons le nom de *Cercospora Voandzeiae*.

Phæolus manihotis Heim.

Cette polyporacée, que nous avons observée primitivement sur le manioc, a été l'objet d'une étude détaillée de R. Heim [1] à qui nous avons adressé un échantillonnage complet. Parmi les hôtes de ce parasite, il convient d'ajouter le *Voandzeiae subterranea* sur lequel nous l'avons trouvé, dans la région du lac Alaotra, en 1935.

CONCLUSION DE CE CHAPITRE.

Quatre champignons parasites, dont deux nouveaux, sont signalés pour la première fois sur *Voandzeiae subterranea*. Ce sont :

- Un *Sphaerotheca* décrit sous le nom de *C. Voandzeiae* ;
- Un *Cercospora* décrit sous le nom de *C. voandzeiae* ;
- Un *Ascochyta* produisant des macules sur les feuilles qui a pu être identifié à *Ascochyta Phaseolorum* Sacc. ;
- Une polyporacée attaquant les racines, le *Phæolus manihotis* Heim.

BIBLIOGRAPHIE

1. BLUMER (S.). — Die Erysiphaceen mitteleuropas, Druck und Verlag von Gebr. Fretz A. G. Zürich, 1933.
2. HEIM (R.). — Le *Phæolus manihotis* sp. nov. parasite du manioc à Madagascar et considérations sur le genre *Phæolus* Pat. *Annales de Cryptogamie exotique*, t. IV, fasc. 3-4, 1931.
3. HOMMA (Yasu). — Erysiphaceae of Japan. *Journal of the Faculty of Agriculture, the Hokkaido, Imperial University*, Vol. XXXVIII, Pat. 3, Sapporo, Japan, 1937.
4. MARSHAL (E.) et STEYAERT (R. L.). — Contribution à l'étude des champignons parasites des plantes au Congo belge. *Bull. Soc. Roy. de Belg.*, XI (nou. sér. XI), 1929. (Anal. in *Rev. Appl. Myc.*, p. 135, 1930).

5. SNOWDEN (J. D.). — Report of the government Botanist for the period 1st April to 31st Decembre, 1920. (Anal. in *Rev. Appl. Myc.*, p. 205, 1922).
 6. SPRAGUE. — Host range and life-history studies of some leguminous Ascochyta. *Phytopath.*, XIX, 1929. (Anal. in *Rev. Appl. Myc.*, p. 271, 1930).
-

CHAPITRE VI

Chancre des rameaux du cacaoyer.

***Calonectria rigidiuscula* (Berk. et Broome) Sacc.**

Syn. *Nectria rigidiuscula* Berk. et Broome ;

Calonectria eburnea Rehm. ;

C. sulcata Starb. ;

C. meliae Zimm. ;

C. cremea Zimm. ;

C. hibiscicola P. Henn. ;

C. flavida Mass. ;

C. squamulosa Rehm. ;

C. tetraspora (Seav.) Sacc. et Trott. ;

Scoleconectria tetraspora Seav.

Forme conidienne : ***Fusarium decemcellulare* Brick.**

Syn. *Spicaria colorans* Van Hall de Jonge ;

Fusarium spicariae-colorantis (V. Hall de Jonge) Sacc. et
Trott. ;

F. theobromae Lutz.

Plusieurs maladies cryptogamiques rendent difficile la culture du cacaoyer dans certaines régions de Madagascar. Parfois même, devant des dégâts trop considérables, les colons ont abandonné leurs plantations. Sur les feuilles, on constate souvent la présence d'une algue parasite dont nous avons déjà parlé : *Cephaleuros virescens* Kunze, et sur les fruits, des attaques de *Lasiodiplodia Theobromae* (Pat.) Griff. et Maubl. (= *Thyridaria tarda* Bancr.). Signalons aussi un grave pourridié qui a été observé pour la première fois par Fauchère [6] en 1904. Pendant notre séjour à Madagascar nous avons été amené à étudier, sur cette plante, une maladie chancreuse des rameaux qui fait l'objet du présent chapitre.

* * *

Dans les régions de l'Est, notamment aux environs de Tamatave et de Vatomandry, on constate fréquemment une grave maladie des rameaux du cacaoyer. Un des premiers signes du mal est l'apparition, sur ces organes, de petites fissures longitudinales comblées par une efflorescence blanchâtre. Si l'on arrache un lambeau d'écorce, on constate, au niveau de ces fissures, l'existence d'une nécrose. Plus tard, la plante réagit et il se forme des chancres très étendus parfois limités par un bourrelet cicatriciel. Le bois peut être mis à nu. Les feuilles des rameaux atteints se dessèchent et peu à peu toute la partie située au delà des lésions meurt. Il n'est pas rare de trouver dans les parties malades, des galeries creusées par des borers.



FIG. 19. — Chancre des rameaux du cacaoyer
(*Calonectria rigidiuscula*).

La même maladie semble avoir été signalée pour la première fois en 1910 par Bree [2]. En 1911, Fauchère [6] lui consacra une note. Ce dernier auteur mentionne que cette affection, dont il n'a pu élucider la cause, serait apparue dans la vallée de l'Ivoloina, en 1909, et qu'elle attaque, de préférence, les jeunes sujets de 2 à 5 ans.

Dans les environs de Tamatave, au début de notre arrivée à Madagascar, nous avons trouvé dans les fissures de l'écorce de plusieurs rameaux, à côté des efflorescences blanches produites par la forme conidienne d'un champignon, de petites fructifications rouge vif, bien visibles à la loupe, correspondant à des périthèces.

La forme conidienne est constituée par de longues spores abondamment cloisonnées (5 à 9 cloisons), effilées, recourbées à leurs extrémités et mesurant $67-88 \times 5,5-8 \mu$. Ces conidies appartiennent au type *Fusarium* ; elles sont accompagnées de microconidies, parfois pourvues d'une cloison, et disposées en files qui se désarticulent facilement. Toutes ces conidies naissent sur des stromas assez importants qui se forment dans la partie externe de l'écorce et produisent les fissures. Ces stromas conidifères qui sont en relation avec un gros mycélium hyalin et cloisonné, portent aussi de petits périthèces rouges, groupés, à paroi charnue, et à surface rugueuse, d'environ 250μ de diamètre. Malheureusement, ces périthèces étant immatures, il est impossible de se prononcer sur le genre et l'espèce auxquels se rattache cette hypocréacée.

Sur des échantillons conservés dans l'alcool qui nous sont parvenus de la vallée du Farahony en 1932, nous avons constaté les mêmes lésions et un *Fusarium* paraissant identique au précédent quoique de dimensions très légèrement inférieures. Ces dernières ne sont en effet que de $63-84 \times 5,25-7,25 \mu$. De plus, nous avons trouvé, en abondance, des périthèces de *Nectria* et de *Calonectria*. Du fait que ces échantillons ont séjourné longtemps dans un liquide conservateur, nous n'avons pu relever aucune indication précise se rapportant à leur teinte. Cependant, il a été possible de noter qu'ils avaient conservé une couleur orangée pâle.

Les périthèces du *Nectria* sont rugueux, globuleux ; leur diamètre est voisin de 280μ . Ils sont groupés et contiennent des asques dépourvus de paraphyse mesurant $44-67 \times 7-9,50 \mu$. Les ascospores, au nombre de 8 dans l'asque, sont hyalines, arrondies aux extrémités, divisées en deux cellules par une cloison transversale au niveau de laquelle on constate quelquefois un très léger rétrécissement. Les dimensions de ces ascospores sont de $10,50-15 \times 5-5,25$.

Quant au *Calonectria*, le diamètre de ses périthèces est voisin de 300μ . Les asques sont hyalins, accompagnées de paraphyses élargies à l'extrémité ; ils présentent une longue base qui se déchire facilement comme nous l'avons représenté (fig. 20), et ne contiennent que 4 ascospores le plus souvent incurvées, arrondies aux extrémités.

et pourvues de 3 cloisons transversales. Quelques-unes de ces ascospores sont très faiblement rétractées au niveau des cloisons et mesurent $23-31,5 \times 7,5-9 \mu$.

Sur une cabosse de la même provenance et attaquée par *Lasiodiplodia theobromae* ; il existait aussi des périthèces très jeunes que



FIG. 20. — Chancre du cacaoyer. — 1, 3, 4, périthèces sur rameau ($\times 20$), asques et ascospores de *Nectria cacaoicola*. — 2, 5, 6, 7, macroconidies, périthèces sur rameau ($\times 20$), asques et ascospores de *Calonectria rigidiuscula*.

nous ne pouvons rapporter ni à l'une ni à l'autre des deux espèces observées sur les rameaux.

Dans la plupart des pays où l'on cultive le cacaoyer, on signale des chancres (Ceylan, Iles Samoa, Antilles, Jamaïque, Grenade, Brésil, Cameroun, Dominique, etc...). A Ceylan, les dégâts causés par cette maladie seraient très sérieux surtout sur le Criollo. Le Ferestero se montre moins sensible. Enfin, les *Erythrina* servant d'arbre d'ombrage au cacaoyer pourraient être également attaqués.

Massee qui a examiné, à Kew, des échantillons de cacaoyer de différentes provenances a observé sur ce matériel : un *Fusarium*, un *Nectria* (*N. theobromae* Massee), et un *Calonectria* (*C. flavida* Massee). A notre connaissance, le rôle de chacune de ces espèces dans la formation des chancres n'a pu être précisé. Toutefois, Howard aurait obtenu des infections positives aussi bien avec le *Nectria* qu'avec le *Calonectria*. Les périthèces de la première espèce sont superficiels, épars ou groupés, ovoïdes, glabres, lisses, rouge orangé ; ils renferment des asques entremêlés de paraphyses flexueuses et un peu épaissies au sommet. Ces asques contiennent 8 ascospores hyalines, ellipsoïdes, pourvues d'une cloison au niveau de laquelle elles sont un peu rétrécies ; leurs dimensions sont comprises entre $28-30 \times 8-10 \mu$.

Le Dr Delacroix qui a examiné des échantillons types du *Calonectria flavida* fournit sur cette espèce les indications suivantes : périthèces le plus souvent isolés, globuleux, de coloration jaune, surface un peu rugueuse. Ascospores de $25-30 \times 8-10 \mu$, allongées, arrondies aux extrémités, droites ou un peu courbes, hyalines, pourvues de 3 cloisons. Etant donné l'état des échantillons examinés, ce phytopathologiste n'a pas pu noter les caractères des asques, néanmoins, il suggère que le *C. flavida* est peut-être identique à *C. cremea* Zimm. caractérisé par ses asques à 4 ascospores et trouvé sur des fruits morts à Java, or *C. flavida* et *C. cremea* sont considérés par Wollenweber et Rinking [15], comme synonymes de *C. rigidiuscula* (Berk. et Broome) Sacc., forme ascosporee de *Fusarium decemcellulare* Brick.

Remarquons de suite que, si le *Nectria* observé sur les échantillons de Farahony diffèrent nettement de *N. theobromae* notamment en ce qui concerne les dimensions des ascospores, par contre, la ressemblance entre notre *Calonectria* et *C. rigidiuscula* est très notable.

Au Cameroun, von Faber, en 1908, a observé des chancres sur lesquels il a trouvé des périthèces paraissant différer de *N. theobromae*. Ces périthèces jaunes ou rouge brique, sont isolés ou groupés ; les asques ont environ $75 \times 18 \mu$ et contiennent 8 ascospores hyalines ou un peu

brunâtres de $16-17 \times 9 \mu$ pourvues d'une cloison transversale. Les dimensions des asques et des ascospores sont nettement supérieures à celles de l'espèce malgache.

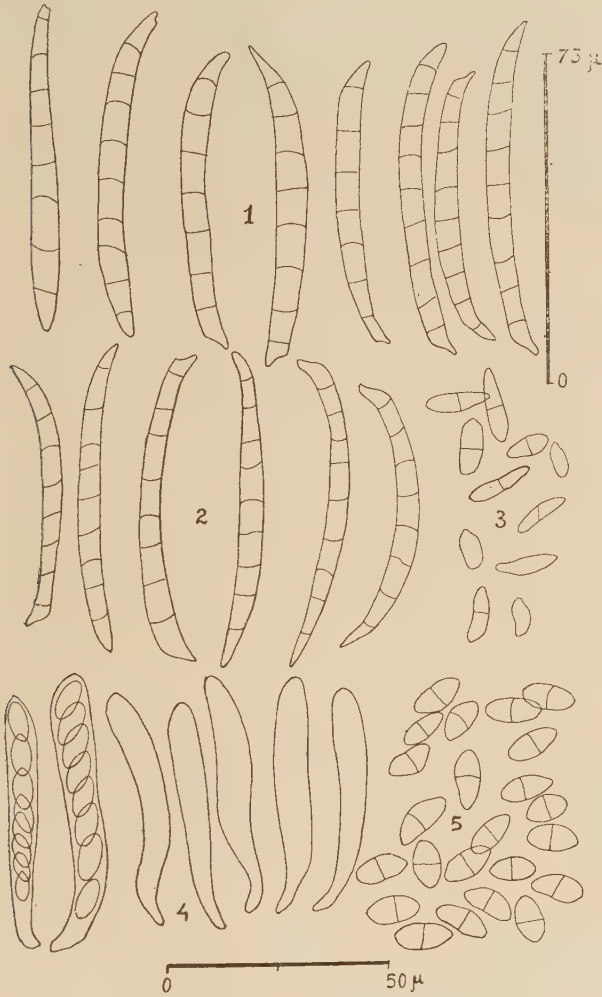


FIG. 21. — *Nectria cacaoicola*. — 1 et 2, macroconidies. — 4, asques. — 5, ascospores (d'après Roger).

Enfin, en 1935, Roger [12] a observé, sur une cabosse de cacaoyer provenant de la Côte d'Ivoire, et attaquée par *Lapidioplodia theobromae*, un *Fusarium* qu'il a identifié à *F. decemcellulare* Brick. Ce *Fusarium* était en connection très étroite avec un *Nectria* qu'il consi-

dère comme sa forme parfaite. Il écarte le rattachement de *F. decemcellulare* à *C. rigidiuscula*. Ce *Nectria*, qui ne répond à aucune des descriptions des espèces signalées sur le cacaoyer, a des périthèces agglomérés en masse compacte, rouge brique ou jaunes, et naissent sur le même emplacement que le *Fusarium* ; leur diamètre est voisin de 200 à 350 μ . Les asques cylindriques mesurent de 50-60 $\times$ 6-8 μ , ils contiennent 8 ascospores ovoïdes, bicellulaires, sans constriction à la cloison ; leur paroi est lisse et leurs dimensions comprises entre 10-14 $\times$ 4-6 μ . Cette Hypocréacée a été appelée *Nectria cacaoicola* Roger.

CONCLUSION DE CE CHAPITRE.

D'après les observations que nous venons d'exposer, il nous semble permis d'identifier le *Fusarium* présent sur les rameaux vivants de cacaoyer, sur la côte est malgache, à *Fusarium decemcellulare* Brick et le *Calonectria* à *C. rigidiuscula* (Berk. et Broome) Sacc. Par ailleurs, nous croyons pouvoir considérer cette Hypocréacée comme responsable des chancres, mais des examens et des expériences complémentaires sont nécessaires pour préciser le rôle pathogène de la cryptogame.

Quant au *Nectria*, il peut être rapporté à *N. cacaoicola* Roger.

BIBLIOGRAPHIE

1. ANONYME. — Le pourridi du cacaoyer. *Feuille mensuelle d'information agricole et commerciale*, août-septembre, Tananarive, 1912.
2. BRÉE (M.). — Le chancre du cacaoyer et son traitement. *Bulletin économique de Madagascar*, n° 2, 1910.
3. COSTANTIN et GALLAUD. — Sur la Mancha, maladie du cacaoyer. *Revue des cultures coloniales*, juillet et août 1903.
4. COSTANTIN (J.). — Les maladies du cacaoyer. *Agriculture pratique des pays chauds*, mai 1931.
5. DELACROIX (G.), MAUBLANC (A.). — Maladies des plantes cultivées dans les pays chauds. Aug. Challamel, Paris, 1911.
6. FAUCHÈRE (A.). — Une maladie du cacaoyer. *Bulletin économique de Madagascar*, n° 3, 1904.
7. FAUCHÈRE (A.). — Une tournée d'inspection agricole à Sainte-Marie et à Soanierana (côte Est). *Bulletin économique de Madagascar*, n° 2, 1907.
8. FAUCHÈRE (A.). — Remarques générales concernant les maladies des végétaux. *Bulletin économique de Madagascar*, n° 1, 1911.
9. HAVARD DUCLOS. — Contribution à l'étude des parasites des plantes à Madagascar. *Revue de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole*, mars 1928.

10. MARCHAL (E.). — Eléments de pathologie végétale. *Librairie agricole de la Maison rustique*, Paris, 1927.
 11. REINKING (O. A.). — Tropical Fusaria. *The Philippine journal of Science*, vol. 32, n° 2, 1927.
 12. ROGER (L.). — Quelques champignons exotiques nouveaux ou peu connus. *Bulletin de la Société mycologique de France*, pp. 317-332, 1934.
 13. TUNSTALL (A. C.). — Vegetable parasites of the tea plant (continued). Blights on the root. *Quart. Journ. Indian. Tea. ass.*, 1929. (Anal. in *Rev. Appl. Myc.*, p. 68, 1930).
 14. WILBOCHEWITH (J.). — Analyse des travaux de Carruthers. *Revue des cultures coloniales*, mars 1900.
 15. WOLLENWEBER (H. W.) and REINKING (O. A.). — Die Fusarien. *Verlagsbuchhandlung*, Paul Parey, Berlin, 1935.
-

CHAPITRE VII

La rouille du caféier.

Un *Verticillium* parasite de l'*Hemileia vastatrix* B. et Broome :
Verticillium Hemileiae sp. nov. Bouriquet

Déjà ancienne à Madagascar, la culture du caféier a acquis, ces dernières années, une grande importance. Actuellement on la rencontre aussi bien dans les régions côtières de l'est, dans la vallée du Sambirano et à Nossi-be où l'on trouve surtout des variétés de *Coffea canephora* Pierre en grandes plantations, que sur les plateaux où *C. arabica* L. peut prospérer et où elle constitue une petite exploitation familiale indigène.

De nombreuses et fréquentes prospections nous ont permis de faire un inventaire à peu près complet des maladies et parasites de cette plante. Nous pouvons signaler : *Cercospora coffeicola* B. et Cooke, *Leptosphaeria coffeicola* Del. dont les dégâts sont parfois assez sévères, *Glæosporium coffeanum* Del. (= *Glomerella cingulata* (Ston.) Sp. et Sch. ?), *Cortitium Koleroga* (Cooke) V. Höhn, *Pestalozzia coffeicola* Averna. Une fumagine accompagne assez souvent les attaques de cochenilles (*Lecanium viride* Green, *L. hemisphericum* Targ., *Pseudococcus filamentosus* Ckl.) ou d'un puceron qui est sans doute identique à *Aphis coffeae* Nietner (= *Toxoptera aurantii* Boyer). Sur les feuilles de caféier on trouve encore une Astérinée, une algue (*Cephaleuros virescens* Kunze), et un lichen (*Strigula* sp.). Des cas de panachure et de virescence, des balais de sorcière de cause indéterminée ont été observés quelquefois. Sur les semis, on constate, de temps à autre, une fonte vraisemblablement produite par *Botrytis cinerea* Pers. (= *Sclerotinia Fukeliana* (de Bary) Fuck.). Les rameaux présentent parfois des attaques de *Cortitium salmonicolor* B. et Broome. Un *Hypocrella* forme, en parasitant le corps de certains hémiptères du

caféier, de petites protubérances brunes. Une punaise, *Antestia clymenes* Kirk, en piquant les fruits, provoque leur chute. Il est possible que cet insecte inocule, à l'intérieur de la graine, un *Nematospora*, *N. Coryli* Pegl. comme *Antestia variegatus* Thum. var. *lineaticolis* Stal. au Tanganyika.

Sur les racines, nous avons relevé plusieurs affections : un pourridié est produit par un champignon stérile qui rappelle l'*Armillariella mellea* (Wahl.) Pat. ; une seconde maladie du même type due à une autre cryptogame également stérile se rapportant à une Polyporacée. Enfin, des dégâts sérieux sont causés par l'association d'une cochenille, *Lachnodius Greeni* Vays., et d'une cryptogame sans doute identique à *Polyporus Coffeae* Wak.

A propos de l'*Heterodera Marioni*, une remarque est à faire. Alors que ce nématode est considéré comme un ennemi redoutable du caféier en certains pays, à Madagascar, dans des centres infestés par ce parasite, nous n'avons jamais constaté la maladie vermiculaire sur cette plante. L'explication la plus plausible de ce fait est qu'il s'agit d'une forme d'anguillule différente.

De toutes les affections du caféier, la rouille causée par l'*Hemileia vastatrix* Berk. et Broome est de beaucoup la plus redoutable. C'est elle qui a nécessité le remplacement de *Coffea arabica* L. dans les régions côtières chaudes et humides, par une espèce produisant un café de moindre valeur, et s'oppose à l'extension de sa culture, dans les sols les plus fertiles des plateaux. Sur la demande de la colonisation et de la direction des services agronomiques de la colonie, nous avons été conduit à faire des observations sur cette grave épiphytie, et à mettre au point un moyen de lutte basé sur l'emploi des sels cupriques qui est maintenant appliqué dans les principaux centres de culture d'*Arabica*. Une grande partie de ces recherches a déjà été publiée mais, récemment, nous avons étudié un nouveau parasite de l'*Hemileia*. Ce sont les résultats de ces recherches que nous allons exposer.

* * *

Sur les taches orangées formées par les spores d'*Hemileia vastatrix*, à la face inférieure de la feuille du caféier, on remarque parfois, lorsque la plante est placée dans une atmosphère humide (feuillage touffu ou fortement ombragé), l'existence d'un feutrage blanc qui forme généralement un disque arrondi (Pl. C). Ce feutrage que nous avons trouvé sur l'*Arabica*, le *Canephora*, et qui existe sans doute sur les

autres caféiers cultivés à Madagascar, est d'abord peu développé mais bientôt il s'étale et s'épaissit.

L'examen microscopique, soit de fragments de ce feutrage prélevé



FIG. 22. — *Verticillium Hemileiae* sur taches d'*Hemileia vastatrix*.

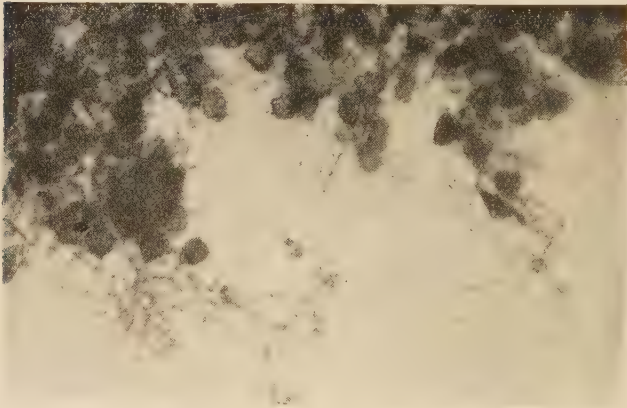


FIG. 23. — *Verticillium Hemileiae* au milieu d'urédospores d'*Hemileia vastatrix* sur une feuille de caféier (microphotographie).

à l'aide d'une aiguille, soit d'une coupe faite dans la feuille, permet de voir qu'il est constitué par un champignon étranger à l'*Hemileia* et non pas, comme on pourrait le croire, de vieilles spores de l'urédinée.

Ce champignon mêlé aux urédospores de l'*Hemileia* est constitué de filaments hyalins, mesurant environ $1,5\ \mu$, portant des rameaux secondaires souvent disposés en verticilles qui se terminent chacun par une petite conidie également hyaline, cylindrique, à extrémités arrondies. Les dimensions de ces organes sont comprises entre $2-6 \times 1,5-2\ \mu$.



FIG. 24. — *Verticillium Hemileiae*. — Culture âgée de 19 jours.

Il nous a été possible d'isoler ce champignon qui appartient au genre *Verticillium*, et de le cultiver sur un milieu ayant la composition suivante :

Peptone	1 gr.
Saccharose.....	1 gr.
Acide citrique	0,25 gr.
Gélose	1,3 gr.
Eau	100 gr.

Après 24 heures, le champignon placé dans une étuve à 27°C . commence à se développer, il forme un feutrage blanc et quelques jours après, la partie en contact avec le milieu nutritif, visible par transparence, se colore en noir en quelques endroits. Jamais nous n'avons vu apparaître de forme parfaite.

Nous avons pu, sans difficulté, obtenir la germination de conidies prélevées dans nos cultures pures : après 24 heures, à la température de 27° C., on observe de nombreuses conidies portant un ou deux filaments cloisonnés ; quelques-unes présentent, à ce moment, une cloi-

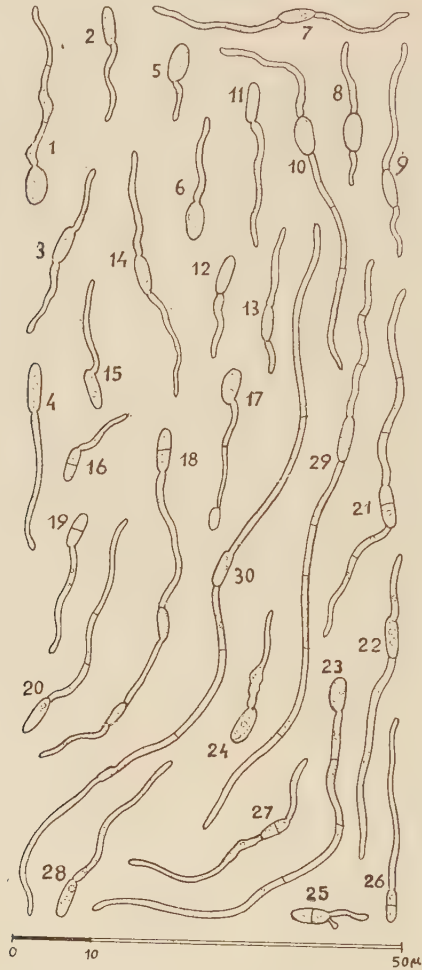


FIG. 25. — *Verticillium Hemileiae*. — Germinations de conidies. — De 1 à 16, après 24 heures. — De 17 à 28, après 36 heures. — 29 et 30, après 4 jours.

son transversale qui les divise en deux cellules égales. Après 36 heures, les filaments sont plus longs, plus abondamment cloisonnés ; il se forme quelques conidies secondaires qui germent à leur tour de sorte que certains filaments ont l'aspect de fragments de chapelet, à grains

allongés, et irrégulièrement espacés. Après 4 jours, les filaments sont très longs et très cloisonnés ; il n'apparaît pas d'organe de résistance (chlamydospores).

Etant donné que ce *Verticillium* existe souvent sur de très jeunes taches, nous avons pensé qu'il pouvait être parasite de l'*Hemileia*, ce qui paraît plausible puisque l'on connaît, dans ce genre, des espèces parasites de champignons comme le *Verticillium* (*Hypomyces pernicius* Magnus) qui détermine la « môle » du champignon de couche. Nous avons donc examiné s'il pénétrait le tissu de la feuille du caféier altéré par l'*Hemileia*, ou s'il vivait simplement aux dépens de ce dernier.

Sur des fragments de feuilles portant les deux cryptogames et fixés par l'alcool absolu, nous avons pratiqué des coupes qui ont été colorées ensuite par le bleu lactique. Un examen attentif à un fort grossissement, et à l'aide d'un objectif à immersion, nous a permis de constater que le *Verticillium* ne pénètre pas le tissu de la feuille dans lequel on ne voit que l'énorme mycélium irrégulier de l'*Hemileia*, mais qu'il envahit l'intérieur d'un grand nombre d'urédospores. Grâce à la grosseur de ces dernières, on peut distinguer facilement, en faisant varier la mise au point, les parties de mycélium qui sont appliquées contre elles de celles qui les pénètrent. Dans les urédospores nouvellement envahies, où le mycélium du *Verticillium* est encore peu développé, les gros globules jaunes constitués d'une substance voisine ou identique à la carotine sont encore bien apparents et le protoplasma se colore d'une manière intense en bleu. Par contre, lorsque l'infection est plus ancienne, l'urédospore est réduite à une enveloppe contenant un abondant mycélium, et elle reste incolore.

Sur des rameaux de caféier portant des feuilles atteintes de rouille, dont la base plongeait dans l'eau, et placés sous une cloche, nous avons pu obtenir en quelques jours, à la température de 27° C., le développement du *Verticillium* sur de jeunes taches d'*Hemileia* en partant de conidies de cultures pures. D'autre part, en mêlant dans une goutte pendante des urédospores de l'*Hemileia* et des conidies du *Verticillium* provenant de cultures également pures, nous avons obtenu des infections de l'Urédinée.

Un champignon qui serait parasite de l'*Hemileia* a été signalé, c'est le *Cladosporium Hemileiae* décrit par Steyaert[51] au Congo Belge et dont les conidies, légèrement colorées, sont elliptiques, pourvues de 1 à 3 cloisons, et mesurant de 12, 15 à 17,5 μ de long et 5 à 7,5 de large. Cette espèce n'a évidemment rien de commun avec notre *Verti-*

cillium. Hariot [30] qui a établi une liste des parasites des urédinées, dans un ouvrage sur les rouilles, ne signale aucun *Verticillium*. Il s'agit donc vraisemblablement d'une mucédinée (Hyphomycète) non décrite, et pour laquelle nous proposons le nom de *Verticillium Hemileiae*.

Actuellement, nous ne pouvons indiquer si ce champignon est

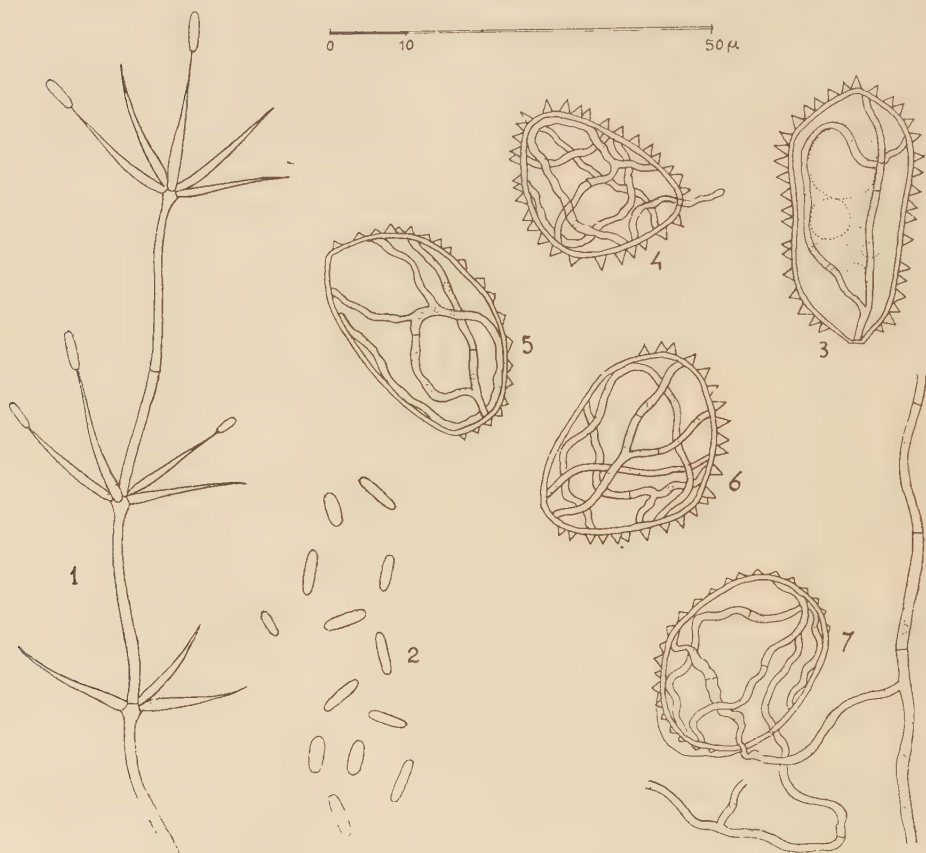


FIG. 26. — *Verticillium Hemileiae*. — 1, conidiophore portant des conidies. — 2, conidies. — 3, 4, 5, 6, 7, urédospores d'*Hemeleia vastatrix* envahies par le mycélium du *Verticillium*.

particulier aux urédospores d'*Hemileia*. Il semble bien qu'il puisse parasiter les écidiospores de *Puccinia angivyi* (Cf. chapitre IV), mais des essais d'infection sur le champignon de couche, *Psaliota campestris* Quelet, ont été négatifs. A Madagascar, ce *Verticillium* est très répandu, aussi bien sur les Hauts-Plateaux que dans les régions côtières humides. En avril 1938, nous l'avons reconnu à la Réunion ; il exis-

terait aussi à Java, et peut-être aux Indes. Dans notre île, il s'est sans doute établi un équilibre entre les deux cryptogames. L'évolution de l'*Hemileia* ne semble, en effet, pas notablement gênée par ce parasite, néanmoins, son introduction pourrait être tentée dans les pays où il n'existe pas et où sévit la rouille.

CONCLUSION DE CE CHAPITRE.

Le feutrage blanc que l'on observe sur les taches produites par les spores de l'*Hemileia vastatrix*, sur les feuilles de caféier, est constitué par un champignon appartenant au genre *Verticillium* dont la présence se constate souvent sur des taches jeunes.

Au microscope on voit, à l'intérieur d'urédospores paraissant encore vivantes au moment du montage des préparations et colorés par le bleu lactique, le mycélium du *Verticillium*. Ce dernier a été obtenu en culture pure. Aucune forme parfaite n'est apparue.

En partant de ces cultures, il a été possible d'obtenir le développement de l'hyphomycète sur de jeunes spores d'*Hemileia vastatrix* apparaissant sur une feuille de caféier. Etant donné ces constatations, il semble permis de conclure que le *Verticillium* en cause est parasite du champignon nuisible et non pas un saprophyte se développant sur les tissus de la feuille tués par l'urédinée, ou sur des urédospores mortes.

BIBLIOGRAPHIE

1. ANONYME. — La maladie vermiculaire des caféiers. *Bulletin économique de Madagascar*, n° 2, p. 183, 1902.
2. ANONYME. — Le caféier du Congo et l'*Hemileia vastatrix*. *Bulletin économique de Madagascar*, n° 4, p. 364, 1906.
3. ANONYME. — Annual Report Department of agriculture, Uganda, for the year ended 31st. December 1921. (Anal. in *Rev. Appl. Myc.*, pp. 155-156, 1923).
4. ANONYME. — Les insectes et les maladies du caféier dans l'Uganda. *Bulletin agricole du Congo belge*, p. 142, mars 1929.
5. ANONYME. — Les possibilités de culture du café d'Arabie à Madagascar. *Agriculture et élevage à Madagascar*, Tananarive, avril 1933.
6. ANONYME. — Correspondance sur le caféier d'Arabie. *Agriculture et élevage à Madagascar*, Tananarive, août 1935.
7. AVERNA SACCA (R.). — Segunda contribuição para o estudo das molestias cryptogamicas cafeeiro. *Secretaria da Agric. Comm. e Obras Publicas, Sao Paulo*, 1925. (Anal. in *Rev. Appl. Myc.*, p. 159, 1926).
8. BUIS. — Les maladies des caféiers et en particulier l'*Hemileia vastatrix*. *Bulletin économique de Madagascar*, pp. 28-41, 1907.

9. BUIS. — L'*Hemileia* et l'avenir du caféier à Madagascar et à la Réunion. Augustin Challamel, Paris, 1907.
10. BOURIQUET (G.). — Les maladies du caféier à Madagascar. La culture du caféier d'Arabie dans l'Itasy et l'*Hemileia vastatrix*. *L'Agronomie coloniale*, nos 193, 194, 195, 196, 1933.
11. BOURIQUET (G.). — Le caféier d'Arabie dans l'Ankaizina, les vallées de la Manampatrana, de l'Amparihy et l'*Hemileia vastatrix*. *Bulletin économique trimestriel*, n° 4, 1935.
12. CARLE. — Note au sujet d'une maladie des caféiers signalée dans la région de Mananjary. *Feuille mensuelle d'informations agricoles et commerciales*, n° 26, p. 15, août-décembre 1914.
13. COLEMAN (L. C.), VENKATA RAO (M. K.) et NARASIMHAN (M. J.). — Black rot or Koleroga of coffee in Mysore. *Mysore State Dep. Agr. Mycol. Ser. Bull.*, 1923. (Anal. in *Rev. Appl. Myc.*, p. 397, 1924).
14. DELACROIX (G.). — Espèces parasites nouvelles. *Glæosporium coffeanum* nov. sp. sur les feuilles vivantes du caféier. *Bulletin de la Société mycologique de France*, p. 110, 1897.
15. DELACROIX (G.). — Les maladies et ennemis des caféiers. Aug. Challamel, Paris, 1900.
16. DELACROIX (G.) et MAUBLANC (A.). — Maladies des plantes cultivées dans les pays chauds. Aug. Challamel, Paris, 1911.
17. DELACROIX (G.) et MAUBLANC (A.). — Maladies des plantes cultivées. Librairie J.-B. Baillière et fils, Paris, 1926.
18. DELACROIX (G.) et le comte DEVILLE DE SARDELYS. — *Revue des cultures coloniales*, pp. 10-15 et 266-272, 1902.
19. FAUCHÈRE (A.). — Note sur les caféiers résistant à l'*Hemileia vastatrix* et qui ont été introduits à la Réunion et à Madagascar par les soins du jardin colonial. *Bulletin économique de Madagascar*, p. 223, 1906.
20. FAUCHÈRE (A.). — Culture pratique du caféier et préparation du caféier. Aug. Challamel, Paris, 1908.
21. FAUCHÈRE (A.). — Deux insectes ennemis du caféier de Liberia. *Feuille mensuelle d'informations agricoles et commerciales*, n° 3, septembre 1903.
22. FAUCHÈRE (A.). — Guide pratique d'Agriculture tropicale. Aug. Challamel, t. II, p. 281, Paris, 1922.
23. FRANÇOIS (Ed.). — La culture du caféier d'Arabie en Afrique Orientale. *Revue de Botanique appliquée et d'Agriculture tropicale*, n° 114, 1931.
24. FRANÇOIS (Ed.). — La culture du caféier d'Arabie dans les Etats de l'Est Africain. *Bulletin économique mensuel*, février 1931.
25. FRANÇOIS (Ed.). — Café de Madagascar. *Agriculture et élevage à Madagascar*, Tananarive, janvier 1934.
26. FRANÇOIS (Ed.). — L'Ankaizina. *Revue de Madagascar*, octobre 1933.
27. FRAPPA (C.). — Les insectes nuisibles au caféier à Madagascar. *Bulletin économique de Madagascar*, mars et avril 1934.
28. FRAPPA (C.). — Recherches de formules de bouillies mixtes propres à la lutte simultanée contre l'*Hemileia* et le tigre du caféier dans l'Itasy. *Agriculture et élevage à Madagascar*, février 1935.
29. HANSFORD (C. G.). — Annual report of the government mycologist for period october 11 th, 1926, to December 31st, 1927, ann. report

- Uganda Depart. of agric. for the year ended 31st December, 1927, pp. 37-42, 1928 (Anal. in *Rev. Appl. Myc.*, p. 701, 1928).
30. HARIOT. — Les Urédinées (*rouilles des plantes*). Octave Doin, Paris, 1908.
 31. HAVARD DUCLOS. — Contribution à l'étude des parasites des plantes à Madagascar. *Revue de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole*, fasc. II, p. 67, mars 1928.
 32. MAC DONALD. — Coffee growing in East Africa, London, 1930.
 33. MANGIN (L.) et VIALA (P.). — La Phthiriose de la vigne. Bureaux de la *Revue de viticulture*, Paris, 1903.
 34. MARCHAL (E.). — Eléments de Pathologie végétale. Jules Duculot, Gembloux, 1927.
 35. MAUBLANC (A.) et ROGER (L.). — La phthiriose du caféier au Cameroun. *Revue de Botanique appliquée et d'Agriculture tropicale*, n° 161, janvier 1935.
 36. MAUBLANC (A.) et ROGER (L.). — Une nouvelle rouille du caféier au Cameroun. *Bulletin trimestriel de la Société mycologique de France*, pp. 193-202, 1934.
 37. MAYNE (W. W.), NARASIMHAN (M. J.) et STREENIVASAN (K. H.). — Spraying of coffee in South India Mysore coffe Exper. Stat. Bull., 1933. (Anal. in *Rev. Appl. Myc.*, p. 229, 1934).
 38. MAYNE (W. W.). — Physiological specialization of *Hemileia vastatrix* B. and Br. *Nature*, CXXIX, 1932. (Anal. in *Rev. Appl. Myc.*, p. 511, 1932).
 39. PORTERES (R.). — Etude sur le phénomène de virescence des caféiers à la Station de Bingerville. *Bulletin du Comité d'Etudes historiques et scientifiques de l'Afrique occidentale française*, t. XVIII, 1934.
 40. RAOUL (E.). — Culture du caféier, pp. 24-42, Aug. Challamel, Paris, 1897.
 41. RIGAUD (A.). — Traité pratique de la culture du café dans la région centrale de Madagascar. Aug. Challamel, Paris, 1896.
 42. ROGER (L.). — Notes de pathologie végétale. *L'Agronomie coloniale*, n° 215, 1935.
 43. ROLLOT (Ch.). — Culture du caféier sur la côte Est. *Revue agricole et vétérinaire de Madagascar*, p. 317, juillet 1918.
 44. ROLLOT (Ch.). — Rapport sur la culture du caféier dans la province de Mananjary. *Bulletin économique de Madagascar*, n° 1, p. 11, 1912.
 45. SMALL (W.). — Annual report of the Government mycologist for 1921. (Anal. in *Rev. Appl. Myc.*, p. 156, 1923).
 46. SMALL (W.). — The disease of *Coffea arabica* in Uganda Dep. agr. circ. 9, 22 p., 1923. (Anal. in *Rev. Appl. Myc.*, p. 409, 1923).
 47. SMALL (W.). — Recent Work on root disease of economic and other plants in Ceylan. trop. agric., LXVIII, 4, pp. 201-212, 1927. (Anal. in *Rev. Appl. Myc.*, p. 629, 1923).
 48. SNOWDEN (J. D.). — Report of the acting mycologist for the period november 10th 1925 to september 30th 1926. ann. Report Uganda Dept. of agric. for the year ended 31st december 1926, pp. 30-32, 1927. (Anal. in *Rev. Appl. Myc.*, p. 714, 1932).
 49. STANER (P.). — Les maladies du caféier dans l'Ituri et le Kivu. Rapport phytopathologique. *Bull. agric. du Congo Belge*, vol. XXI, n° 3, pp. 919-923, septembre 1930.

50. STANER (P.). — Une maladie étrange des racines du caféier. *Bull. agric. du Congo Belge*, vol. XXI, n° 3, pp. 919-923, septembre 1930.
 51. STEYAERT (R. L.). — *Cladosporium Hemileiae* n. sp. Un parasite de l'*Hemileia vastatrix* Berk. et Br. *Bull. Soc. Roy. Bot. de Belg.*, LXIII (2nd Ser., XIII), 1930 (Anal. in *Rev. Appl. Myc.*, p. 240, 1931).
 52. TEODORO et GOMEZ. — Coffee disease and their control. *The philippines agricultural review*, vol. XIX, n° 3, 1926.
 53. THIERRY (A. J.). — Notes sur le greffage et la maladie vermiculaire du caféier, Saint-Pierre de la Martinique, 1899. *Bulletin agricole de la Martinique*, nos 4 et 5, mai et juillet 1899.
 54. THIERRY (A. J.). — Les maladies des racines ou maladies vermiculaires du caféier. *Revue des cultures coloniales*, 4^e année, t. VI, p. 78, 1900.
 55. THWAITES. — The Ceylon coffee Fungus in « quarterly journ. of micr. Sc. », 1874 (Dr Thwaites Annual report of the Peradenya Botanical Garden).
 56. VAYSSIÈRE (P.). — Note sur quelques coccides reçues à la Station entomologique de Paris en 1913. *Annales des Epiphyties*, t. II, pp. 288-301, 1913.
 57. VAYSSIÈRE (P.). — Un *Lachnodium* nouveau à Madagascar. *Bulletin de la Société entomologique de France*, 1914.
 58. WAKEFIELD (E. M.). — Fungi exotici. *Royal Botanic gardens, Rev.*, n° 1, pp. 308-314, 1917.
 59. WALLACE (G. B.). — A coffee bean disease. A parasitic Disease of coffee beans. *Tropical Agriculture*, vol. VIII, 1931.
-

CHAPITRE VIII

Quelques observations sur deux maladies à ultravirus du tabac, le Kroepoek et le Crinkling.

Le tabac, d'introduction très ancienne à Madagascar, est principalement cultivé sur les berges de certaines rivières de l'ouest, après le retrait des eaux et, sur les hauts plateaux, dans les terres volcaniques de la région du lac Itasy.

Avant de rassembler dans ce chapitre, quelques renseignements complémentaires sur deux maladies à virus filtrant, le Kroepoek et le Crinkling, nous allons mentionner les autres affections et les parasites qui sévissent sur cette Solanée. L'oïdium causé par *Erysiphe Cichoracearum* D.C. est fréquent ainsi que l'*Alternaria tabacina* (Ell. et Ev.) Hori. Sur des sujets envahis par un aleurode, on constate la présence d'un *Cladosporium* saprophyte. Une maladie causée par *Bacterium Solanacearum* (E. F. Smith) E. F. Smith est assez courant, signalons aussi des cas de virescence, de panachure, de chlorose. La mosaïque ou nielle s'observe surtout sur les sujets recépés. Enfin, l'*Heterodera Marioni* est, dans certaines régions, responsable de dégâts importants.

Kroepoek.

Il existe à Madagascar une affection du tabac présentant, comme la mosaïque, les caractères d'une maladie à ultravirus. Les plants atteints sont assez souvent moins développés que les autres, ils fleurissent quelquefois avec difficulté ; les fleurs peuvent être stériles. Les feuilles subissent une déformation assez particulière : les deux parties du limbe séparées par la nervure centrale tendent généralement à s'accoler par leur face inférieure. Les nervures, d'un diamètre régulièrement décroissant de la base à l'extrémité chez les plantes saines,

montrent de petites protubérances, dans le cas présent. D'autre part, les nervures secondaires, principalement, semblent avoir subi un allongement par rapport au parenchyme, il s'ensuit qu'elles décrivent des sinuosités ayant une tendance à s'orienter dans un plan perpendiculaire à la surface du limbe (Pl. III et IV). Cette maladie est identique à celle qui a été décrite par Thung [23] à Java sous le nom de Kroepoek.

D'après cet auteur, les maladies connues sous les noms de « Faltenzwerg », de « gilah », de « krekoh », de « krinkle », de « crinhly dward » ne paraissent pas différer du Kroepoek dont on distingue trois formes :

1^o Le « Kroepoek » commun remarquable par l'enroulement du bord des feuilles vers la face dorsale, l'épaississement des nervures, et l'existence d'excroissances sur ces dernières ;

2^o La frisolée (« Krulziekte ») caractérisée par l'enroulement vers la face dorsale, avec saillie des nervures, le limbe étant voûté vers la face ventrale, entre les nervures les plus fines ;

3^o Le « Kroepoek » transparent, qui se distingue par l'enroulement vers la face ventrale, un éclaircissement des nervures, et l'absence de saillies.

Chez les plantes malades, Thung observe quelques modifications anatomiques des nervures :

- a) Augmentation des grains de chlorophylle dans les cellules parenchymateuses corticales ;
- b) Irrégularité dans les dimensions des cellules épidermiques ;
- c) Prolifération du mésophylle ;
- d) Distribution inégale du liber ;
- e) Répartition irrégulière des vaisseaux du bois ;
- f) Compression des tubes criblés du liber, etc...

Dans le cas de frisolée, il y a une augmentation du nombre des cellules parenchymateuses spongieuses.

Dans le cas de « Kroepoek » transparent, on constate une absence de chlorophylle dans le tissu cellulaire cortical excepté, ajoute Thung, dans la gaine à amidon. La chlorophylle manquerait également dans la couche cellulaire subépidermique la plus externe et la transparence serait due à l'extension du parenchyme sans chloroplastes.

D'autre part, Kerling [16] signale, dans les tissus de ces plantes, un aplatissement du péricycle. Ce caractère nous a paru le plus net sur nos échantillons récoltés à Madagascar.

Les conséquences du Kroepoek sont : une diminution de la surface foliaire, du poids de la récolte (les dégâts pourraient atteindre de 50 à 70 % à Java), et de la combustibilité.

Quant à la transmissibilité du Kroepoek, Thung note que l'on peut reproduire cette affection par la greffe, et non par le suc des plantes infectées. En outre, les semences prélevées sur des tabacs atteints donnent naissance à des plantes saines. Un sol ayant porté des plants malades n'est pas infectant.

Supposant, d'après certains indices, que le « Kroepoek » pouvait être transmis par des insectes, Thung a réalisé des expériences qui l'ont amené à considérer, comme agent vecteur du mal, un Aleurode appartenant sans doute au genre *Bemisia*. Enfin, la maladie en cause est transmissible à la tomate. De plus, d'autres plantes, et notamment *Ageratum conyzoides* Wed., *Vernonia cinerea* Njawon, *Synedrella nodiflora* Leg. Sr. Tok. peuvent héberger le virus du « Kroepoek ».

Parmi les cas observés ici jusqu'à ce jour, nous en avons trouvé de typiques de la première forme (Kroepoek commun). A la Station Agricole de Nanisana (Tananarive), nous avons obtenu des infections positives à l'aide du greffage en utilisant, comme greffons, des extrémités de tiges malades (Pl. III, fig. 2). Les caractères du « Kroepoek » ont apparu nettement le vingt-septième jour. En froissant des feuilles malades sur des gaines coupées de plantes saines, nous n'avons pas pu reproduire la maladie.

L'examen de matériel fixé par la méthode de Nemec (Cf. p. 44) et coloré par l'hématoxiline de Heidenhain ne nous a montré aucune différence notable entre les feuilles malades et saines.

A Madagascar, dans la nature, la maladie est sans doute transmise par des aleurodes que nous avons trouvés en abondance sur les feuilles de tabac dans la région de Miandrivazo où le Kroepoek est assez fréquent. Cette maladie qui doit exister ailleurs qu'à Java paraît assez répandue dans l'île ; nous l'avons observée dans les environs de Miandrivazo, de Beroroha, près de Tananarive et du lac Alaotra.

Crinkling.

En avril 1930, on nous signalait, dans la région du lac Itasy, une affection du tabac paraissant nouvelle. En visitant cette région nous avons trouvé, en nombre parfois important et disséminés dans les champs, des pieds de tabac d'un aspect tout à fait particulier : toujours moins développés que les autres et souvent très chétifs, rabou-

gris, fleurissant difficilement ou ne fleurissant pas, ces pieds portent des feuilles rétrécies sur les bords et bombées. En outre, les nervures sont légèrement tourmentées et noueuses ; elles semblent avoir été gênées dans leur développement. Par contre, le parenchyme foliaire n'ayant pas subi le même ralentissement dans sa croissance, il y a formation de cloques dont la convexité est tournée vers le haut. Les feuilles ressemblent à certaines variétés de choux frisés (Pl. V, fig. 1). Les plants présentant ces caractères, inverses, somme toute, de ceux que l'on observe, ici, dans les cas de Kroepoek, sont désignés par les indigènes sous le nom de « *boka* » (lépreux). Quelquefois, sur certaines portions de la plante, les symptômes sont intermédiaires entre ceux du Kroepoek et du Crinkling. Dans ce cas les deux affections cohabitent sans doute sur le même sujet. Les dégâts peuvent être très importants.

Au microscope, on ne décèle, à l'intérieur des tissus de la feuille, aucun champignon ou bactérie mais dans la plupart des cas, à l'intérieur des tiges des pieds présentant de tels symptômes, il se trouve une ou plusieurs petites larves blanches qui viennent se chrysalider près de la surface (Pl. V, fig. 2). Ces chrysalides donnent naissance à un microlépidoptère identique, d'après notre collègue du Laboratoire d'Entomologie Agricole de Tananarive, à *Phthorimaea operculella* Zell. (= *Gelechia tabacella* Rah., etc.). Parfois, les tiges des pieds « *boka* » ne contiennent pas de larves ; il se peut que ces dernières aient disparu et que les galeries se soient comblées d'un tissu cicatriciel comme nous avons pu l'observer sur un certain nombre de plants. Par ailleurs, quelquefois, des tiges de plants parfaitement sains contiennent des *Gelechia*. Néanmoins, il nous paraît assez vraisemblable qu'un traumatisme provoqué par cet insecte, dans certaines parties de la plante (dans le méristème terminal de la tige, par exemple), puisse déclencher les anomalies décrites ci-dessus. On connaît, en effet, des monstruosité provoquées par la présence d'un insecte. Molliard, notamment, a attribué à la présence d'une larve de lépidoptère dans la moelle, près du sommet de très jeunes plantes, des cas de fasciation observé sur *Picris hieracioides* L. Quoi qu'il en soit, des semences prélevées sur des tabacs malades nous ont donné des plants normaux.

Notons enfin qu'un greffon provenant de l'Itasy, pris sur une plante malade et placé, dans la région de Tananarive, sur un sujet sain, a fourni des feuilles présentant les caractères de la maladie (Pl. V, fig. 3).

Sous le nom de « Crinkling », Hopkins [14], en 1934, a décrit une affection identique sur le tabac dans le Sud de la Rhodésie. Sans avoir élucidée sa cause, il remarque que la maladie se rencontre souvent sur des plantes croissant dans un terrain dont le sous-sol est dur, où, par conséquent, les racines ne peuvent se développer normalement. Il note aussi dans de nombreux cas, la présence d'un borer : *Phthorimaea heliopa* Lw. à l'intérieur des tiges atteintes. Cet auteur ne pense pas que le Crinkling soit causé par une carence en certains éléments nutritifs, ni à un excès d'azote, comme cela avait été supposé. Par contre, il ne lui paraît pas impossible, malgré plusieurs essais d'inoculation négatifs, qu'il s'agisse d'une maladie à virus filtrant. Cette manière de voir est également celle de Thung qui estime que le crinkling est produit par une « forme » du virus déterminant le Kroepoek.

L'examen de fragments de feuilles saines et malades, prélevés à la fin de la matinée, en pleine activité photosynthétique, sur des plants cultivés dans le même terrain et du même âge, sur le même étage, dans la même portion du limbe, traités par la méthode de Nemec (Cf. p. 44) et colorés par l'hématoxiline de Heidenhain, a montré, entre les tissus sains et malades, les différences suivantes :

Dans le premier cas (feuilles saines), le tissu palissadique forme une seule assise de cellules d'une épaisseur assez régulière, et le tissu lacuneux est constitué, le plus souvent, de cinq assises. La partie libre des cellules épidermiques est assez régulière. Les cellules du mésophylle contiennent des chloroplastes amylofères montrant une partie incolore développée correspondant, comme l'indique la réaction à l'iode, à de l'amidon.

Dans le second cas (feuilles malades), le limbe est épaissi, le tissu palissadique a une profondeur irrégulière, et la ligne de démarcation entre ce dernier et le reste du mésophylle est sinueuse. Les cellules en palissade présentent quelquefois un allongement, mais le plus souvent, elles se fractionnent et deviennent plus ou moins isodiamétriques ; le nombre des assises est, dans bien des cas, de cinq. Quant aux tissus lacuneux, le nombre des éléments qui le constitue peut être double. Cette augmentation de la quantité de couches cellulaires du mésophylle rend compte de l'épaississement du limbe.

En ce qui concerne le bord externe des épidermes, on constate une plus grande irrégularité que dans les feuilles saines. De plus, dans les tissus malades, la proportion des éléments vasculaires, par rapport au parenchyme, est beaucoup plus élevée.

Par ailleurs, les chloroplastes des feuilles atteintes de crinkling ont

une enclave d'amidon plus réduite. Chez ces plantes, l'amylogenèse paraît donc entravée, ce qui explique leur rabougrissement parfois très accusé.

Enfin, indiquons qu'à Madagascar, le Crinkling paraît très répandu,

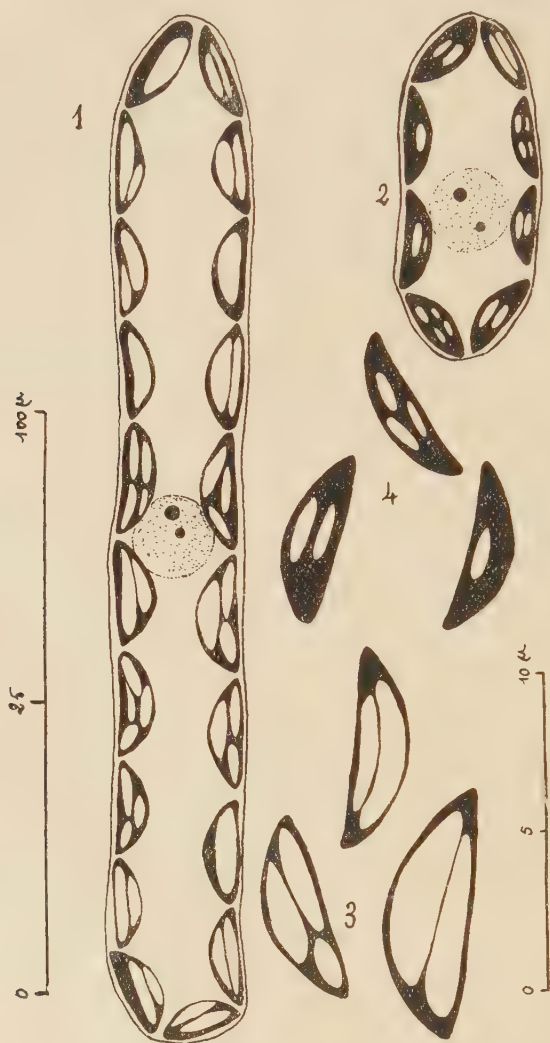


FIG. 27. — Crinkling. — 1, cellule du tissu palissadique chez une plante saine. — 2, cellule du tissu palissadique chez une plante malade. — 3, chloroplastes amylières d'une plante saine. — 4, chloroplastes amylières d'une plante malade. (Fixation par la méthode de Nemec, coloration à l'hématoxyline.)

nous l'avons observé dans l'Itasy et dans la région de la Tsiribihina, mais il existe probablement en d'autres lieux.

CONCLUSION DE CE CHAPITRE.

Indépendamment de la mosaïque, il a été identifié à Madagascar deux autres affections non cryptogamiques dont la nature est, selon certains auteurs, également infectieuse. Elles seraient produites par les deux formes d'un même virus déterminant, l'une, le kroepoek, l'autre, le crinkling.

Des expériences faites aux environs de Tananarive ont permis de confirmer le caractère infectieux de la première, et d'écarter l'hypothèse d'une action directe du sol, en ce qui concerne la seconde.

Aucun caractère histologique ou cytologique nouveau n'a pu être décelé sur les feuilles des plantes atteintes de Kroepoek. Les modifications les plus notables observées, dans les mêmes organes des sujets présentant les symptômes de crinkling, sont : une augmentation du nombre des cellules du mésophylle ; une modification de la forme des éléments du tissu palissadique ; une proportion plus élevée de tissus vasculaires ; une moins grande richesse des chloroplastes en amidon.

BIBLIOGRAPHIE

1. ALEXANDROFF (L.). — Tobacco mildew (oïdium tabaci Thüm.) on the Southern coast of the Crimea in 1926. (*Anal. in Rev. Appl. Myc.*, p. 278, 1928).
2. AVERNA-SACCA (R.). — Algumas das molestias cryptogamicas do tabaco (*Nicotiana tabacum*). *Bol. de Agric. Sao Paulo*, ser. XXIII, 1922. (*Anal. in Rev. Appl. Myc.*, p. 178, 1924).
3. BEAUVERIE (M.-A.). — Les maladies à Ultravirus des plantes. *Annales du Service botanique et agronomique de Tunisie*, t. IX, 1932.
4. BLUMER (S.). — Ueber den Einfluss ausserer Faktoren auf die Entwicklung der Mehtaupilze (Autorreferat). *Mitt. Naturforsch. Gesellsch.*, Bern. 1926, pp. xxvii-xxviii, 1927. (*Anal. in Rev. Appl. Myc.*, p. 643, 1927).
5. CAPUS (G.), LEULLIOT (F.) et FOEX (E.). — Le tabac. *Société d'Éditions géographiques maritimes et coloniales*, Paris, 1929.
6. D'ANGREMOND (A.). — De Veldschimmel (Oïdium spec.) in de Vorstenlanden. *Proefstat. Vorstenlandsche Tabak*, Meded., XLIX, pp. 7-25, 1924. (*Anal. in Rev. Appl. Myc.*, p. 434, 1924).
7. D'ANGREMOND (A.). — Nadere gegevens over bestrijding van veldschimmel (Oïdium spec.) in de Vorstenlanden (3 de publicatie). *Meded. Proefstat. Vorstenlandsche Tabak*, VI, 1926. (*Anal. in Rev. Appl. Myc.*, p. 516, 1927).

8. D'ANGREMOND (P. M.). — Verdere onderzoekingen over bestrijding van veldschimmel (*Oïdium* sp.) in dē Vorstenlanden. *Meded. Proefstat. Vorstenlandsche Tabak*, LII, 1924. (Anal. in *Rev. Appl. Myc.*, p. 130, 1925).
 9. DELACROIX (G.) et MAUBLANC (A.). — Maladies des plantes cultivées. J.-B. Baillière, Paris, 1926-1927.
 10. DUFRÉNOY (J.), STAMATINIS (N.) et SAREJANNI (J.). — Etude cytologique sur la mosaïque du Tabac. *Revue de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole*, t. XVI, fasc. 3, pp. 106-117, 1929.
 11. FERRARIS (T.). — Trattado di Patologia e Terapia vegetale, t. I, p. 622. Ulrico Hoepli, Milano, 1926.
 12. FRANÇOIS (Ed.). — Sur deux maladies de la pomme de terre à Madagascar. *Revue de Botanique appliquée et d'Agriculture tropicale*, pp. 172-175, 1927.
 13. GHIMPU (V.). — Contribution à la tétatologie des *nicotiana*. *Revue de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole*, XVIII, 1931.
 14. HOPKINS (J. C. F.). — Diseases of Tobacco in Southern Rhodesia. Published under authority of the Minister of Agriculture and Lands, 1931.
 15. HOPKINS (J. C. F.). — A list of plant diseases occurring in Southern Rhodesia. *Supplement 3, Rod. Agr. Journ.*, XXX, 1933. (Anal. in *Rev. Appl. Myc.*, p. 748, 1933).
 16. KERLING (L. C. P.). — The anatomy of the « Kroepoek-Diseased » Leaf of *Nicotiana tabacum* and *Zinnia elegans*. *Phytopathology*, 1933.
 17. MARCHAL (E.). — Eléments de pathologie végétale. Jules Duculot, Gembloux, 1927.
 18. MENIER (P.). — Le tabac à Madagascar. *Revue de Madagascar*, n° 7, 1934.
 19. MOORE (E. S.). — The Krommekor Kat River Disease of Tobacco and Tomato in the East Province (South Africa). *S. Africa Dept. of Agric. sci. Bull.* 123, 1933. (Anal. in *Rev. Appl. Myc.*, p. 129, 1934).
 20. NEWTEAD. — Coccidae and Aleurodidae of Madagascar and Comoro's islands. Liverpool-Stuttgart, 1909.
 21. THOMPSON (A.). — Diseases of Tobacco in Malaya. *Malayan Agric. Journ.*, vol. II, n° 6, 1934.
 22. THUNG (T. H.). — Phytopathologische Waarnemingen se Jaarverslag 1 mei 1930-30 April 1931. *Proefstat. voor Vorstenlandsche Tabak. Meded.*, 1931. (Anal. in *Rev. Appl. Myc.*, p. 333, 1932).
 23. THUNG (T. H.). — De hru-en kroepoek-ziekten von Tabak en de carzaken van hare verbreiding. *Proefstat. Vorstenlandsche Tabak. Meded.*, 1932. (Anal. in *Rev. Appl. Myc.*, p. 478, 1932).
 24. TISDALE (W. B.). — Report of the Tobacco Experiment Station. Repp. Florida Agr. Exper. Stat. for the fiscal year ending june 1924. (Anal. in *Rev. Appl. Myc.*, p. 9, 1926).
 25. TISDALE (W. B.) and WADKINS (R. F.). — Brown spot of tobacco caused by *Alternaria longipes* (E. et E.) N. Comb. *Phytopathology*, juin 1931.
-

CHAPITRE IX

Mosaïque et maladie bactérienne du manioc.

Le manioc, très anciennement cultivé à Madagascar, se rencontre dans toute l'île. Avec le riz, cette plante constitue une des plus importantes ressources alimentaires des Malgaches qui l'utilisent aussi pour nourrir leurs animaux domestiques. En outre, elle sert à la pré-



FIG. 28. — Panachure du manioc.

paration d'un tapioca de belle qualité qui constitue une des principales exportations de la grande île. L'étude des affections de cette euphorbiacée dont l'une d'elle, la « mosaïque », est très sévère, présente donc un intérêt tout particulier.

Sur les feuilles on observe souvent *Cercospora cassavae* Ell. et Everhart, sur les rameaux *Glœosporium manihotis* Henn., puis des cochenilles, *mytilaspis dispar* Vays. et *Lecanium hemisphericum* Targ., respectivement parasitées par ces champignons entomophages : *Microcera cocco-*

phila Desm. et un *Hypocrella* qui produit d'énormes protubérances. Des cas de panachure et de dichotomie de la tige ont été constatés ainsi qu'un grave pourridié causé par un polypore dont la description a été donnée par R. Heim, *Phæolus manihotis* Heim, qui attaque également des plantes sauvages.

Enfin, des ravages nous ont été signalés, en décembre 1937, autour du lac Alaotra, sur de jeunes plants et l'auteur des dégâts nous a paru identique à *Lasiodiplodia Theobromae* (Pat.) Griff. et Maubl. Remarquons que dans cette région où, en 1930, nous avions relevé sur l'arachide la présence de ce parasite, ce dernier ne s'était pas encore, semble-t-il, attaqué au manioc.

Mosaïque ou lèpre.

Les plants de manioc atteints de mosaïque se reconnaissent facilement à l'aspect très particulier que prennent leurs feuilles. Celles-ci présentent des lobes souvent crispés, couverts de plages vert foncé et jaunâtres. Ces lobes conservent une forme à peu près normale, ou bien ils subissent une déformation très profonde par suite de l'arrêt du développement de certaines régions. Souvent, l'altération est localisée sur l'un des côtés de la nervure. Dans ce cas, l'arrêt du développement des tissus qui a lieu en ce point produit une asymétrie du lobe et un enroulement en crosse. D'autres fois, les zones de tissus altérés circonscrivent des zones saines, ce qui provoque des boursouflures, la formation de cloques. On peut trouver ces différents caractères sur la même plante et quelquefois sur la même feuille. Les symptômes se manifestent sur les jeunes feuilles dès leur apparition. Parfois, le limbe est considérablement diminué ; il peut être réduit, en quelques endroits, à sa nervure médiane (Pl. D). Lorsque le plant de manioc provient d'une bouture contaminée, toutes les feuilles portent des traces de la maladie, mais si la plante a été infectée pendant sa végétation, les jeunes feuilles seulement montrent les traces du mal. Sur des sujets d'apparence saine, un seul rameau peut être atteint. Enfin, il paraît certain, comme cela a été observé pour d'autres mosaïques, que les plants s'affranchissent de la maladie mais les planteurs confondent souvent l'affranchissement et l'atténuation des symptômes de mosaïque, atténuation qui a souvent lieu sous l'influence de la chaleur et de l'humidité, pendant la période des pluies. Lorsque le mal sévit avec intensité, le développement de la plante entière est nota-

blement affecté, les entre-nœuds se raccourcissent d'une façon considérable, ils portent peu de feuilles ; parfois l'extrémité des rameaux se dessèche, le plant peut périr. Dans les parcelles fortement attaquées, le manioc couvre mal le sol, ce qui favorise le développement des mauvaises herbes.

Il ne faut pas confondre la « mosaïque vraie » avec ce que nous appel-

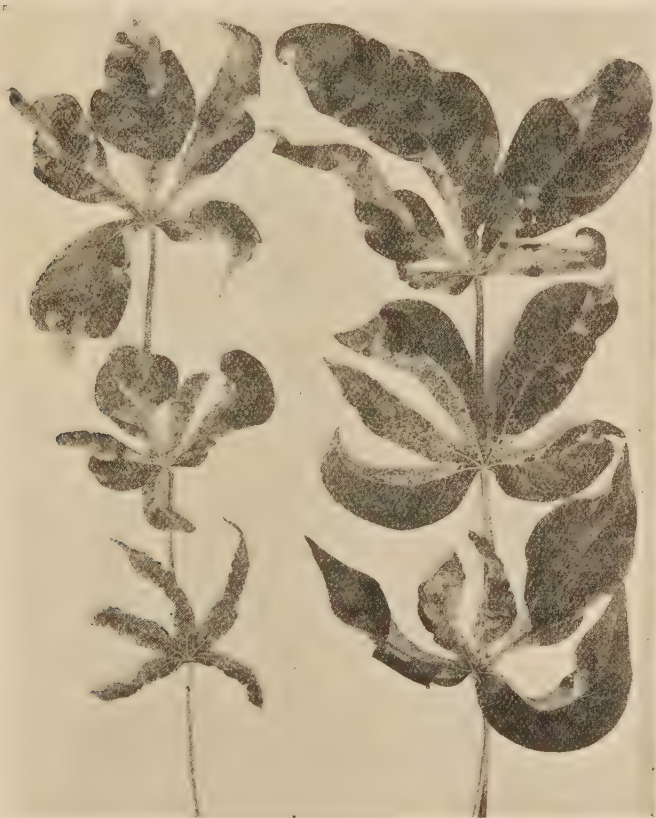


FIG. 29. — Mosaïque du manioc
différents aspects de feuilles altérées par la maladie.

lerons « fausses mosaïques ». Un acarien, sans doute identique à *Tetranychus bimaculatus* Harv., fixé à la face inférieure des lobes foliaires, produit une dépigmentation qui rappelle un peu celle que l'on observe dans les cas de mosaïque, mais avec un peu d'attention, on peut voir l'animal qui produit parfois des perforations du limbe.

Le vent sec, agissant sur de jeunes feuilles, peut amener des défor-

mations des lobes en altérant leurs bords, mais ici, il n'y a pas de dépigmentation. Enfin, il existe sur le manioc des chloroses de causes diverses qui provoquent des taches moins bien délimitées, sans déformation du limbe.

Par suite de la réduction de la surface totale et active des feuilles, les plants mosaïqués n'assimilent pas normalement, ce qui se traduit par une diminution du poids des racines. L'importance des dégâts



FIG. 30. — Mosaïque du manioc, rameaux court-noués.

dépend évidemment de la proportion des plants atteints, proportion qui peut atteindre 100 %, et de l'intensité de la maladie. En 1936, des planteurs ont été obligés d'abandonner des parcelles assez étendues cultivées en manioc à cause de cette affection. Les plants ont été arrachés et détruits. Dans les terres latéritiques de la Station agricole de Nanisana, des pesées effectuées en 1932 sur 50 sujets malades et 50 sujets sains prélevés dans une même parcelle et âgés de 13 mois,

ont fait ressortir une diminution de poids de 20 % due à la maladie.

Une expérience faite au Cameroun par M. Pascalet, en 1924-1925, sur un sol de constitution physique normale, mais assez pauvre, a donné les résultats suivants :

EXPÉRIENCE CULTURALE DE 1924-1925.

Numéros de culture	Origine des boutures	Rendement à l'hectare
1	Américaines résistantes.....	13.000 kg.
2	Du pays, sélectionnées.....	6.000 »
3	De plantes malades.....	7.500 »

Enfin, des analyses faites par le Laboratoire de Recherches Agricoles de Nanisana font ressortir des différences peu notables entre la composition des plants sains et des plants malades :

CONSTITUTION CENTÉSIMALE.

	Manioc mosaïqué	Manioc sain
Eau.....	67,580	70,640
Matières minérales.....	1,635	1,385
Matières grasses.....	0,014	0,011
Matières azotées.....	0,822	0,857
Matières hydrocarbonées.....	28,009	25,707
Cellulose brute.....	1,940	1,400

A Madagascar, comme dans tous les pays contaminés, on constate des différences très grandes quant à la sensibilité à la mosaïque des maniocs. Une bonne variété anciennement introduite dans l'île et connue sous le nom de « manioc malgache » est extrêmement sensible ; la proportion des plants malades atteint souvent 100 %. Le « madras » à pétioles rouges offre, par contre, une résistance satisfaisante. Certaines variétés introduites récemment ou obtenues de semis dans nos stations agricoles, comme le 7A, ont aussi une résistance convenable. Notons qu'il semble exister une corrélation entre la couleur rouge du pétiole ou des jeunes feuilles et la résistance à la maladie.

D'après Dufrenoy et Hedin [8], la mosaïque du manioc a été signalée pour la première fois dans l'Usambara, en 1894, sous le nom de Kraüselkrankheit. Ces auteurs signalent qu'en 1929, elle a pris une

grande extension dans l'ouest de l'Afrique. Au Cameroun, la maladie constatée en 1922-1923 aurait pris un développement subit en 1925. En 1927, dans la même colonie, on trouvait beaucoup de plantations atteintes dans la proportion de 100 % (Dufrenoy et Hedin [8]). Les services agricoles de cette colonie ont conseillé aux indigènes le choix des boutures saines et la multiplication des variétés résistantes. En 1931, Joly [18] note à son tour une grande intensité presque soudaine de la maladie qui menaçait l'avenir de la culture du manioc au Cameroun et dans le Haut Oubanghi. Dans l'ouest africain français (Cameroun et Gabon), la mosaïque aurait occasionné de graves disettes.

A Madagascar, nous avons constaté cette affection aux environs de Tananarive, dans la propriété des pères de Soavimbahoaka, dès notre arrivée en 1929. D'après certains témoignages dignes de foi, elle existait depuis longtemps dans le pays ce qui paraissait, déjà à cette époque, confirmé par son extension, pourtant, les articles traitant du manioc à Madagascar ne la mentionnent pas. Quoi qu'il en soit, il y a encore quelques années, cette maladie n'inquiétait personne. En avril 1930, en parcourant les environs du lac Alaotra, nous n'avons observé que de rares cas. Depuis cette époque, la maladie a fait, dans cette région, comme nous avons pu le constater en avril 1935, en mai 1936, et en mai 1937, d'incroyables progrès surtout au voisinage immédiat du lac et près d'Anjirô où les cultures sont très étendues.

L'examen microscopique de coupes faites dans les feuilles des plants malades, ne permet de déceler, ni cryptogame, ni bactérie. Pascallet [24] qui a fourni une bonne contribution à l'étude de cette mosaïque a constaté, indépendamment des caractères extérieurs de la maladie consistant en des modifications morphogènes (déformations des feuilles), regressives chromogènes (diminution des pigments), regressives d'ordre général (réduction du format de la plante), des modifications internes ; il observe dans les parties claires des feuilles :

A. — Des modifications histologiques.

1° Réduction du tissu palissadique. Les cellules qui le constituent se raccourcissent et deviennent souvent difficiles à distinguer de celles du tissu lacuneux ;

2° Hyperplasie du tissu palissadique ;

3° Abondance relative du tissu vasculaire par suite de la regression du mésophylle.

B. — Des modifications cytologiques.

1° Diminution parfois importante du nombre des plastes dans les plages albicantes ;

2° Décoloration plus ou moins marquée des plastes dans les plages claires. Ces plastes perdent leur caractère amylogène et deviennent difficiles à colorer par l'hématoxyline ;

3° Structure diffuse des plastes et réduction des grains d'amidon qu'ils contiennent.

Avec l'aide de M. Boiteau, Directeur du Jardin botanique de Tananarive, nous avons entrepris, de notre côté, une étude histologique et cytologique des feuilles de manioc malades. Voici les observations que nous avons pu faire :

A. MODIFICATIONS HISTOLOGIQUES.

Nous avons noté une réduction de l'épaisseur totale du limbe dans les parties claires. Cette épaisseur est généralement comprise entre 60 et 100 μ alors qu'elle est de 120 à 170 μ dans les zones foncées comparables. L'épaisseur relative du tissu lacuneux est aussi plus grande dans les zones décolorées que dans les plages restées vertes. On observe également une hyperplasie du tissu palissadique dont les cellules perdent leur différenciation et tendent vers l'isodiamétrie. Dans les plages claires, le mésophylle est souvent encombré de nombreuses inclusions de tissus vasculaires. Le tissu lacuneux y prend un aspect plus dense en raison de la réduction des espaces intercellulaires. Enfin, les cellules de l'épiderme inférieur qui font longuement saillie à l'extérieur dans les zones saines, provoquant ainsi l'aspect velouté de cet organe, se raccourcissent dans les régions malades.

B. MODIFICATIONS CYTOLOGIQUES.

a) *Chloroplastes*. — Sur une coupe faite dans une feuille vivante, montée dans l'eau ou dans la glycérine, on observe une dépigmentation très marquée des chloroplastes des zones claires. Par contre, ces éléments présentent une coloration très foncée, dans les plages vertes des feuilles atteintes, coloration plus intense que celle que l'on observe dans les feuilles saines, ce qui se traduit par une teinte plus accusée

de ces parties de la feuille. L'eau iodée ne fait ressortir aucune différence très nette entre les chloroplastes des taches claires et ceux des taches sombres. Dans les deux cas, nous avons observé de petits épais-sissements périphériques foncés, mais le matériel étudié a été récolté à une époque où la végétation est très ralentie (fin juin) et l'amylo-genèse probablement très réduite.

Sur du matériel fixé par la méthode de Nemec (Cf. p. 44) et coloré à l'hématoxyline de Heidenhain, nous avons observé ce qui suit :

Dans les cellules des feuilles saines les chloroplastes apparaissent moins renflés que dans les tissus vivants. Cela tient sans doute aux actions diverses auxquelles ont été soumises les cellules. Ils ont généralement une forme allongée, un peu en croissant, et se colorent à peu près uniformément en violet foncé. Ils sont répartis contre les parois cellulaires. Dans les cellules des zones albicantes des feuilles malades, ils sont moins nombreux et moins développés, mais ils conservent une disposition pariétale. La différence la plus notable consiste en l'existence d'une partie centrale complètement incolore, plus ou moins étendue. La partie colorable en violet par l'hématoxyline est réduite, soit à une mince pellicule, soit à une ou deux calottes à l'extrémité du plaste. On peut rapprocher cette anomalie de celle qu'ont relevée Dufrenoy, Stamatinis et Sarejanni [9] dans les cellules des feuilles de tabac atteintes de mosaïque.

Notons aussi que sur du matériel fixé au moyen de la même méthode et traité, non par l'hémotoxiline, mais par la gomme iodée, la partie centrale du plaste, dans les zones décolorées de la feuille, ne présente pas la réaction de l'amidon comme dans les autres régions.

Nous nous sommes demandé de quelle nature pouvait être cette partie claire du plaste. En traitant des fragments de feuilles malades et de feuilles saines par la méthode de Sjövall : fixation pendant 40 heures au formol à 25 % (25 cc. de formol dans 75 cc. d'eau) neutralisé par la liqueur décinormale de soude, puis, imprégnation pendant 8 jours, dans une solution d'acide osmique à 2 %, nous n'avons pas obtenu la coloration noire de cette région. Il ne s'agit donc pas, comme on pouvait le supposer, d'une accumulation de lipides. L'anomalie similaire constatée sur les feuilles de tabac mosaiqué a, en effet, été attribuée à une dégénérescence graisseuse du plaste. Comme dans le cas des coupes fixées au Nemec et colorées par l'hématoxyline, l'acide osmique colore plus intensément l'ensemble des chloroplastes chez les plantes saines que chez les plantes malades. A l'intérieur des tissus de ces dernières, on trouve encore, dans les zones les plus atteintes,

des chloroplastes présentant une région centrale absolument incolore qui correspond sans doute à la vacuole centrale agrandie au fur et

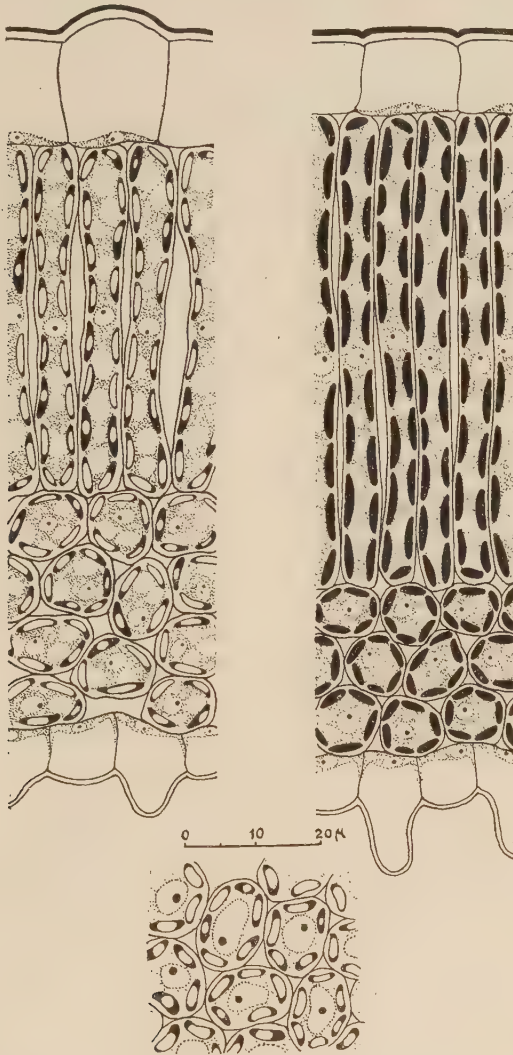


FIG. 31. — Mosaïque du manioc. — Matériel fixé par la méthode de Nemec et coloré par l'hématoxyline. A gauche, feuille mosaïquée ; à droite, feuille saine. En bas, cellules du tissu lacuneux avec noyau hypertrophiés et déformés.

à mesure de l'altération des chlorophylles et des colloïdes du plaste. Nous pensons donc que cette vacuole est occupée par les produits

de désintégration de ces substances. Enfin, sur le matériel traité par la méthode de Nemec, aussi bien que sur celui auquel nous avons appliqué la méthode de Sjövall, on note que certains plastes prennent une forme beaucoup plus renflée que la forme normale, dans la région fortement hypoplastique. Cette constatation s'expliquerait par le changement de la pression osmotique du plaste, à la suite du fractionnement des grosses molécules des chlorophylles et des colloïdes.

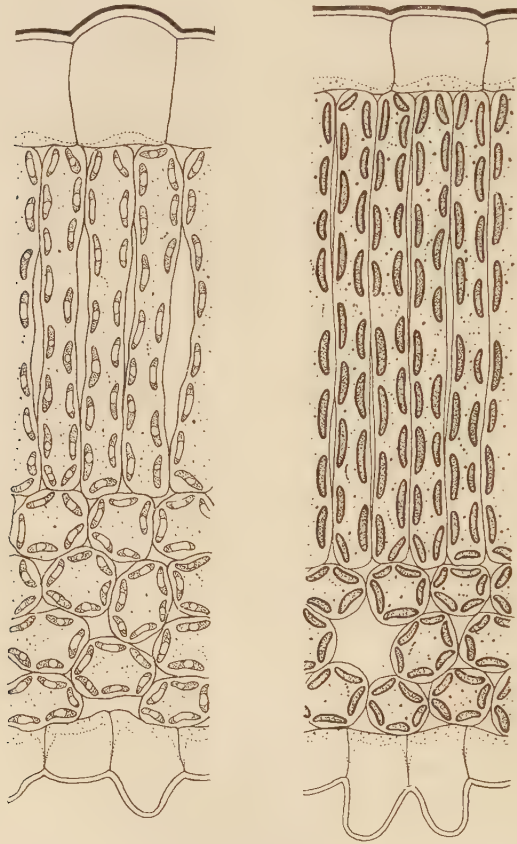


FIG. 32. — Mosaïque du manioc. — Matériel fixé par la méthode de Sjöval.
A gauche, feuille malade ; à droite, feuille saine.

b) *Noyau*. — La fixation par la méthode de Nemec et la coloration à l'hématoxyline permettent une observation assez facile des noyaux. Alors que sur les feuilles saines, cet élément est le plus souvent sphérique et d'un diamètre voisin de 3 à 4 μ , dans les cellules des tissus

lacuneux, chez les plantes fortement atteintes et dans les zones particulièrement hypoplastiques des feuilles, il est généralement hypertrophié et parfois déformé. Il devient subsphérique, réniforme, et plus ou moins ovoïde ; sa plus grande dimension peut atteindre 7 μ .

c) *Mitochondries*. — Pour l'observation des mitochondries, nous avons fait des coupes dans des fragments de feuilles traitées par la méthode de Sjövall. Dans les tissus sains, comme dans les tissus malades, nous avons observé d'abondantes granulations noires qui semblaient bien correspondre à ces éléments et à des inclusions lipidiques. Leur forme et leur nombre ne nous ont point paru modifiés sous l'influence de la maladie.

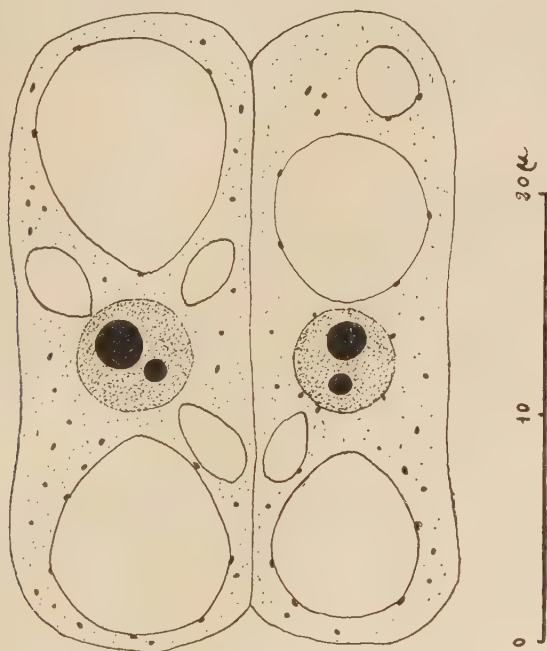


FIG. 33. — Mosaïque du manioc. — Cellules du tissu palissadique d'une très jeune feuille dans le bourgeon terminal du manioc. — La figure montre la forme des vacuoles et le chondriome (fixation au formol salé et coloration à l'hématoxyline).

d) *Autres inclusions cytoplasmiques*. — Les vacuoles sont assez nettement visibles sur les préparations traitées par la méthode de Nemec et colorées par l'hématoxyline. Nous n'avons relevé aucune différence notable dans la forme et le volume de cette partie de

cellules, que ces dernières appartiennent à des feuilles saines ou à des feuilles malades. Signalons toutefois la moins grande abondance des inclusions colorables en noir par l'acide osmique dans les cellules albicantes des feuilles adultes fortement atteintes de mosaïque.

* * *

Ces recherches ont été complétées par l'étude du chondriome, dans l'extrémité des bourgeons de plantes malades et saines. Le matériel a été fixé par le formol salé (formol 10 cc. ; eau physiologique, 90 cc.), mordancé par le mercure de Gough et Fulton (biacétate de mercure, 3 gr. ; acide acétique, 0 cc. 1 ; eau distillée, 100 cc.) et coloré par l'hématoxiline ferrique. Compte tenu de la difficulté qu'il y a à comparer, dans les organes examinés, des appareils au même stade, nous croyons pouvoir noter que la maladie ne détermine ici aucune modification en ce qui concerne le chondriome et même les vacuoles et les noyaux bien visibles sur nos préparations.

* * *

L'extension de la maladie paraît nettement influencée, ce qui est normal, par l'étendue des cultures. Le climat a également une répercussion sur la maladie. L'altitude ne lui paraît pas contraire et *elle sévit avec intensité à 1.400 m.* dans de petites cultures isolées où l'on constate des attaques intenses avec déformations prononcées. Par contre, au voisinage de la mer, sur la côte ouest et surtout sur la côte est, nous n'avons jamais constaté d'attaques aussi fortes que sur les plateaux. La chaleur et l'humidité semblent donc atténuer ses symptômes qui sont d'ailleurs également moins nets sur les plantes cultivées en serre. Notons enfin qu'en certains points du sud, sous un climat chaud et sec (Betioky), la mosaïque attaque sévèrement le manioc.

Le sol a sans doute une influence sur l'évolution et l'intensité de la maladie, mais son action ne peut pas être la cause première du mal, puisque sur une même plante on observe, assez fréquemment, l'existence de rameaux sains et de rameaux malades. Des analyses de terre provenant du lac Alaotra et faites récemment par le laboratoire de chimie de l'Institut Pasteur ne font ressortir aucune différence entre la composition physique ou chimique du sol et le degré de la maladie. D'après ces 6 analyses, il semblerait que le mal soit accentué par la richesse du terrain.

TABLEAU D'ANALYSES (*).

	N° 1 Terre de baibo, 100 % mosaïqué, intensité 3	N° 2 Terre de baibo, 100 % mosaïqué, intensité 3,5	N° 3 Terre de baibo, 100 % mosaïqué, intensité 4	N° 4 Terre de tanety à Antokazo, 100 % mosaïqué, intensité 2,5	N° 5 Terre de tanety Antani- mena kely, 100 % mosaïqué, intensité 3,5	N° 6 Terre de tanety, 100 % mosaïqué, intensité 4,5
<i>Constitution physique de la terre brute pour 1.000</i>						
Terre fine	812	1.000	970	1.000	975	976
Graviers	134	0	30	0	25	24
Cailloux.....	54	0	0	0	0	0
<i>Constitution physique de la terre fine pour 1.000</i>						
Sable grossier....	506	93	119	414	485	216
Sable fin	129	159	45	50	55	167
Limon.....	79	208	265	397	349	152
Argile.....	286	540	571	139	111	465
<i>Éléments assimilables de la terre fine pour 1.000</i>						
Chaux.....	1,385	1,131	1,40	0,9352	0,0896	1,176
Ac. phosph.	0,0180	0,0065	0,1081	0,0096	0,0320	0,0108
Potasse.....	0,2469	0,3102	0,4855	0,1193	traces	0,2801
pH	6,6	6,6	6,5	6,3	5,2	6,3
<i>Éléments totaux de la terre fine pour 1.000</i>						
Chaux.....	1,386	1,271	1,568	3,094	2,14	1,344
Ac. phosph.	0,4270	0,5427	0,5790	0,3477	2,113	0,8317
Potasse.....	3,2570	2,422	2,432	0,1815	traces	0,3423
Azote	0,6910	0,6040	0,820	1,850	1,453	1,638

Notons qu'il n'est pas possible de se faire une opinion sur un aussi petit nombre d'analyses. Ces chiffres pourraient aussi être complétés par le dosage des éléments secondaires (magnésie, fer, zinc), et par le dosage de tous ces corps dans les cendres des plantes car les méthodes employées pour décèler les éléments assimilables dans le sol sont bien imparfaites et ne renseignent que d'une manière approximative sur ce que les plantes peuvent réellement absorber.

(*) L'échelle d'intensité adoptée est la suivante : Pas de mosaïque = 0 ; une dizaine de feuilles montrant nettement la maladie = 1 ; une branche entière atteinte ou plusieurs extrémités de rameaux = 2 ; la plante est bien développée mais toutes les feuilles ou la très grande majorité des feuilles sont atteintes = 3 ; la plante est faiblement développée, les feuilles sont crispées, les rameaux courts noués = 4 ; les feuilles sont tombées et celles qui subsistent n'ont plus qu'un limbe très réduit = 5.

Le sulfate de zinc, qui a permis d'améliorer l'état de plants d'*Aleurites Fordii* Hemsley atteints d'une maladie du type mosaïque, semble sans action sur le manioc : 3 plants fortement atteints qui ont reçu en 31 applications échelonnées sur 14 mois, sous forme de solution à 2,5 %, 258 gr. de sulfate de zinc par pied, montraient, après l'expérience, des signes aussi nets de mosaïque que les témoins.

Quoi qu'il en soit, le caractère infectieux de la maladie paraît hors de doute. Zimmermann aurait été le premier à réaliser la transmission de la maladie par le greffage et Pascalet [24] a pu reproduire cette expérience. Des greffons sains, placés sur des sujets malades, lui ont donné des greffons malades. Des greffons malades placés sur du manioc sain ne se sont point affranchi de la maladie. L'expérience a été interrompue avant que le porte-greffe soit à son tour contaminé. Enfin, Storey [26] a également obtenu des infections par le greffage. Hedin [16] indique qu'il a obtenu des infections en froissant sur des rameaux portant des incisions, des feuilles malades. Les plantes ainsi infectées auraient formé des feuilles mosaïquées le 4^e jour. A Madagascar, cette technique ne nous a donné aucun résultat, mais une greffe par approche nous a permis, en plein air, d'obtenir d'abord la contamination d'un rameau seulement, celui qui portait le greffon, puis du plant entier.

Il est probable qu'il existe plusieurs formes de mosaïque, sur le manioc, comme il existe plusieurs formes de mosaïque, sur la pomme de terre et le tabac par exemple.

Indiquons aussi que, dans la région de Moramanga (Anjiro et Marovoay), nous avons vu des plants rabougris émettant des feuilles très réduites, non déformées, et portant parfois des nécroses (Pl. VI). Ces plants sont souvent groupés. Des boutures transportées dans des terres différentes, aux environs de Tananarive, ont perdu ces caractères. Il ne s'agissait donc là vraisemblablement que d'une action du sol, pourtant, l'analyse ne fait ressortir aucune différence bien marquée entre la terre prélevée à la base de plants normaux et de sujets présentant ces symptômes.

La mosaïque du manioc, comme beaucoup de maladies de ce groupe, ne serait pas transmissible par les graines mais le semis ne confère pas l'immunité (Hedin [16]). Ces deux observations ont été confirmées par celles de Cours à la Station agricole du lac Alaotra. En ce qui concerne la transmission par le sol, aucune expérience bien concluante, à notre connaissance, n'a été faite. Hedin [16] pense qu'elle n'est pas possible, par contre, Pascalet [24] admet qu'un terrain ayant porté

des plants malades peut communiquer la maladie aux plants sains. Les boutures provenant de sujets contaminés fournissent naturellement des plants mosaïqués et les symptômes apparaissent sur les premières feuilles. Des rameaux sains, prélevés sur des plants malades, nous ont donné des maniocs sains qui n'ont fourni des feuilles malades que plusieurs mois après et sans doute à la suite d'infection par les insectes vecteurs.

Dans les champs, on observe souvent des plants de 6 mois ou de un

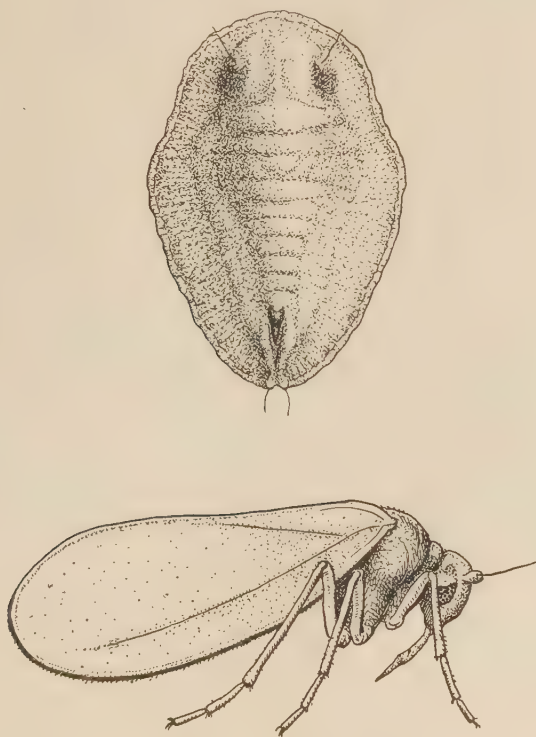


FIG. 34. — *Bemisia manihotis*
adulte et sa nymphe recueillis sur une feuille de manioc ($\times 60$).

an, déjà très développés, qui portent des feuilles adultes saines et dont les jeunes feuilles montrent des signes de la maladie. On ne peut guère admettre qu'il y ait eu contamination des boutures par les instruments ayant servi à couper les tiges avant la plantation, il ne semble pas non plus que l'on puisse invoquer un phénomène de « latence » d'une aussi longue durée. Par contre, il est normal d'invoquer l'existence d'un insecte vecteur. Dès 1929, nous avons trouvé sur le manioc, en toute

saison, un aleurode décrit récemment par Frappa [11], directeur du laboratoire d'Entomologie de Tañanarive, sous le nom *Bemisia manihotis* Frappa. Dans les cultures et dans nos champs d'expérience, il nous a semblé qu'il y avait une coïncidence entre de nombreuses infections récentes de manioc et la pullulation de ces insectes. D'ailleurs, Ghesquière [13] estime qu'un aleurode, le *Bemisia mosaicivecta* n. sp. Ghesquière et Kufferath est l'agent vecteur du mal. Storey [27] en 1934, à la suite d'expériences faites en serre, conclut qu'un aleurode peut transmettre la maladie. D'autre part, Golding [14] indique que le *Bemisia nigeriensis* Corb. est le vecteur de la mosaïque du manioc, en Nigeria.

Notons enfin qu'on a observé une mosaïque sur *Manihot Aipi Pahi* et *M. Glaziovii* Mueller, mais sur cette dernière espèce, l'affection qui est considérée comme identique à celle du manioc n'aurait pas un caractère grave.

Actuellement, la maladie est signalée : au Cameroun, en côte d'Ivoire, en Libéria, dans l'Oubanghi, au Congo belge, en Gold Coast, en Sierra Leone, aux îles Canaries et à Gibraltar, au Tanganyika, en Somalie italienne, à Java, en Nigéria, à Zanzibar, à Nossi-Bé. A Madagascar, elle se rencontre sous tous les climats, à toutes les latitudes, et à toutes les altitudes.

Dans l'état actuel de nos connaissances, on ne peut pas songer à lutter contre l'agent vecteur, l'aleurode. Cette lutte serait extrêmement difficile et onéreuse dans une plantation de manioc. Le sol n'ayant pas une action très marquée sur la maladie, sans négliger, bien entendu, les mesures générales d'hygiène (préparation du terrain, fumures copieuses, sarclages, assolement), on ne peut envisager que les interventions suivantes :

1° Remplacement aussi rapide que possible des variétés les plus sensibles par des variétés résistantes.

2° Création de nouvelles variétés résistantes par sélection, semis de graines issues de fécondation naturelle ou artificielle.

3° Emploi des boutures prélevées sur des plants sains au moment de la plantation.

4° Surveillance des cultures, élimination et destruction aussi précoce que possible des plants présentant des symptômes de mosaïque, tant que leur proportion n'est pas trop élevée.

Maladie bactérienne ou « feu »
***Bacterium Robici* sp. nov. Bouriquet.**

Le mal débute par de petites taches le plus souvent arrêtées par des nervures et à cause de cela, généralement anguleuses. Ces taches sont marron clair à la face supérieure du limbe ; par transparence, elles ont l'aspect d'une tache d'huile. Au niveau de ces macules, sous le limbe, il se produit bientôt une exsudation constituée de petites gouttelettes, jaune très clair et molles lorsqu'elles sont fraîches, plus foncées



FIG. 35. — Feu du manioc
(*Bacterium Robici*), différents stades de la maladie.

et plus fermes par la suite. Puis la lésion s'étend et provoque le dessèchement d'une partie importante des lobes qui semblent alors avoir été touchés par une flamme. La feuille entière se recroqueville, sèche et tombe. Lorsque les conditions atmosphériques le permettent, il se développe, sur les portions altérées et à la face inférieure du limbe, un enduit vert olivâtre ou noir correspondant au développement de cryptogames saprophytes (fig. 36).

Dans certaines conditions, cette maladie peut prendre de l'intensité

et provoquer une chute massive des feuilles comme nous l'avons constaté en février 1936 à Moramanga. Les plants sont alors dépouillés de leurs feuilles les plus vieilles, affaiblis ; d'autre part, les mauvaises herbes se développent avec une grande vigueur sur le sol peu ombragé.

Contrairement à ce que l'on observe pour la mosaïque, il ne semble

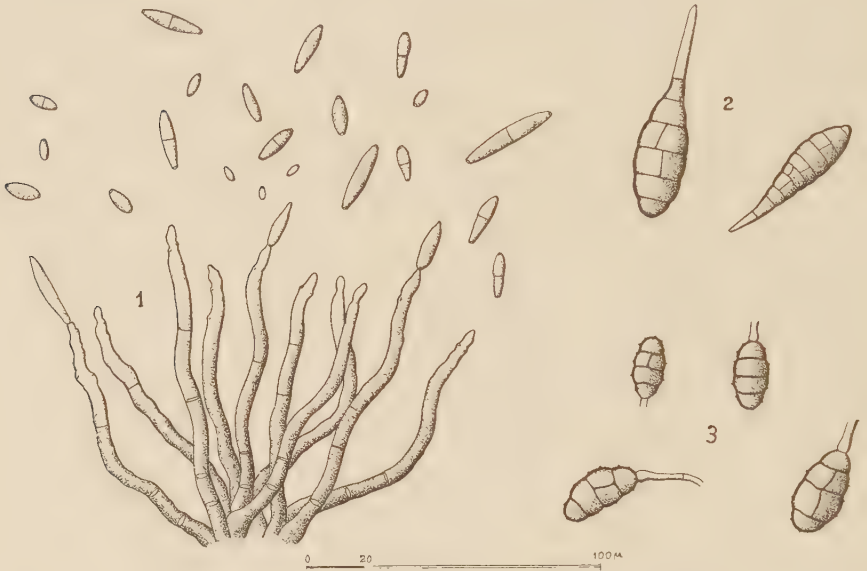


FIG. 36. — Feu du manioc. — Végétation saprophyte se développant sur d'anciennes lésions. — 1, *Ragnildiana*. — 2, *Alternaria*. — 3, *Macrosporium*.

pas exister de différences très nettes quant à la sensibilité des types de manioc actuellement répandu dans les cultures.

Des coupes faites dans les taches et montées dans l'eau permettent de voir, dans les cellules, de petites bactéries qui diffusent dans le liquide et forment une bande louche visible à l'œil nu et dont la base touche la région altérée de la feuille. Ces bactéries sont légèrement mobiles et mesurent environ $1 \times 0,75 \mu$. En écrasant sur une lame des fragments de feuilles altérées, il est possible de faire un frottis permettant d'établir que cette bactérie ne prend pas le Gram. Les gouttelettes solidifiées que l'on observe au niveau des taches se gonflent et se désagrègent lorsqu'elles sont dans l'eau, le rouge de ruthénium les colore en partie en rose intense, ce qui indique leur nature pectique ; elles contiennent des myriades de bactéries sem-

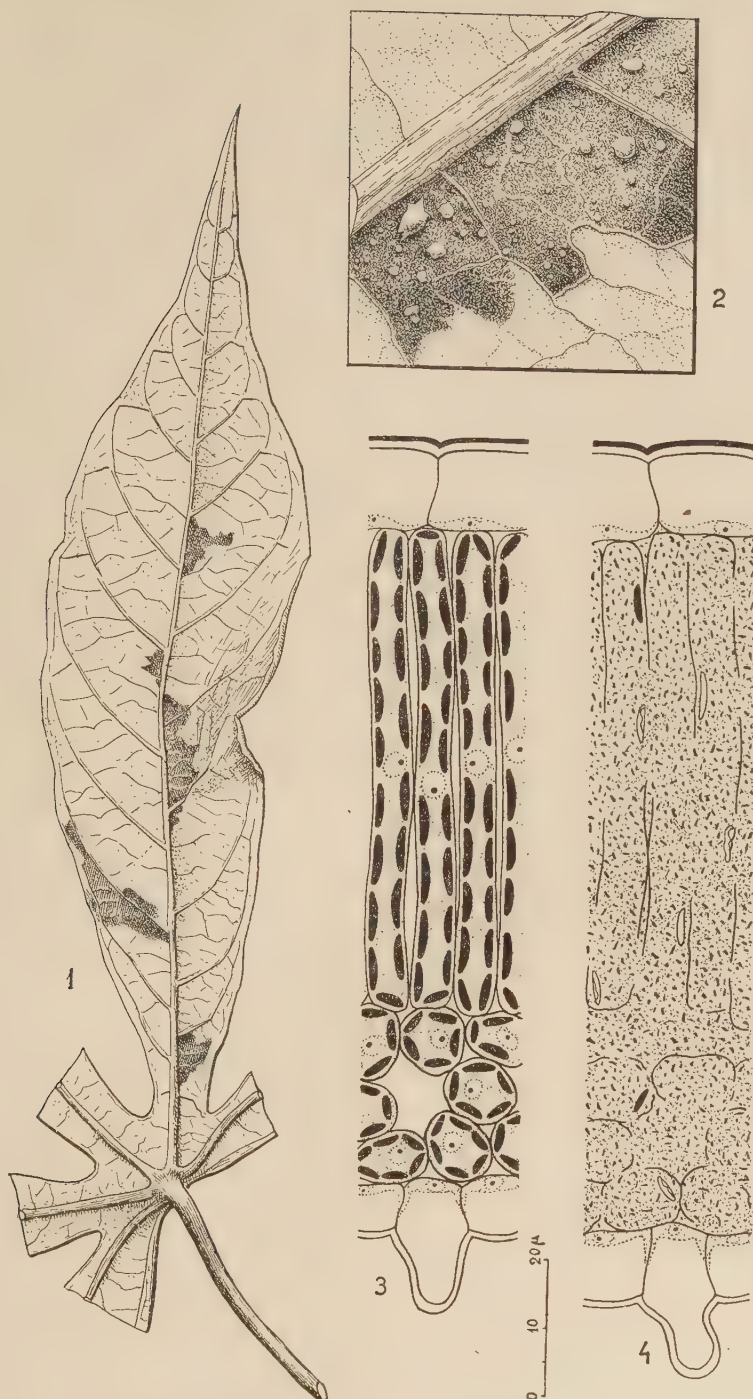


FIG. 37. — Feu du manioc (*Bacterium Robici*). — 1, face inférieure d'un lobe atteint (grandeur naturelle). — 2, tache vue à la loupe ($\times 7$). — 3, coupe dans une feuille saine fixée par la méthode de Némec et colorée par l'hématoxyline. — 4, coupe faite dans une tache (même fixation, même coloration).

blables à celles que l'on observe dans les tissus. On trouve aussi parfois des éléments plus allongés et mobiles probablement saprophytes.

En observant une coupe faite à cheval sur une partie saine et une partie malade (ce qui est facile à réaliser puisque les taches sont généralement arrêtées par les grosses nervures), on peut sans peine comparer les tissus sains et les tissus altérés. Sur du matériel frais, monté dans l'eau, on voit qu'au contact de la bactérie le protoplasme des cellules brunit. Le brunissement est surtout accentué sur les cellules du tissu palissadique et du côté de l'épiderme. Dans des taches anciennes, on constate généralement un décollement entre le tissu palissadique et le tissu lacuneux, puis, à un stade plus avancé, une désorganisation complète des tissus par destruction des membranes ; on peut y voir aussi des filaments mycéliens appartenant à des champignons saprophytes.

Des fragments prélevés de la même façon, fixés par la méthode de Nemec (Cf., p. 44 —) et colorés par l'hématoxyline de Heidenhain, permettent de faire les observations suivantes : sur des coupes de tissu sain ou dans la portion saine de fragments portant des lésions, les cellules ont une membrane intacte. Le protoplasme montre quelques vacuoles, le noyau et son nucléole sont bien apparents. Les chloroplastes appliqués contre les parois ont la forme d'un croissant très ouvert et allongé dont les dimensions sont voisines de $5,5 \times 2 \mu$; ils se colorent d'une façon à peu près homogène en violet. Dans les portions malades, les tissus sont désorganisés, la membrane de la cellule est en partie désagrégée, les noyaux et le protoplasme sont détruits ainsi que la plupart des chloroplastes. A la place de ces éléments, on observe des quantités de bactéries colorées en violet. Sur les quelques chloroplastes qui subsistent, on peut suivre le progrès de l'altération : quelques-uns prennent encore la coloration violette mais leur volume est réduit ; d'autres restent incolores ; enfin, certains de ces chloroplastes incolores se flétrissent et finalement semblent être digérés.

Sur du matériel traité par la méthode de Sjövall (Cf., p. 92), les chloroplastes des parties saines se colorent légèrement en gris noir, surtout en quelques points périphériques. Dans les parties altérées, on retrouve des chloroplastes ayant ces caractères mais d'autres sont incolores et l'on voit avec beaucoup de netteté de petits éléments colorés en noir qui semblent correspondre à la bactérie. Enfin, notons que, par un contact prolongé de coupes fraîches dans le rouge de ruthenium, le mésophylle des parties altérées se colore d'une façon plus intense, que le même tissu des parties saines.

Cette bactérie agit donc sur les membranes, le protoplasme et le noyau quelle détruit. A l'inverse de certaines bactéries qui respectent les chloroplastes comme l'ont observé Nicolas et Aggery [21] sur le lierre (*Hedera Helix* L.), elle détruit aussi ces éléments, mais, autour du point d'infection, on observe comme l'ont noté ces auteurs à propos d'une maladie bactérienne de *Begonia gracilis* H. B. K., une résistance de la chlorophylle à l'action de l'alcool à 95°. En effet, des feuilles infectées montrent après une immersion de 24 heures dans ce liquide et même après un temps beaucoup plus long, une persistance du pigment chlorophyllien (Pl, VIII, fig. 2). Il y a donc une sorte de fixation de la chlorophylle dans les régions soumises à l'action de la bactérie. Cette fixation, comme le suggèrent Nicolas et Aggery, est sans doute due à une substance albuminoïde, substance qui serait produite par l'action de la bactérie sur le protoplasme des cellules. Il y a là un cas à rapprocher de l'action bien connue des matières colloïdales telles que l'albumine, la caséine, la gomme arabique, la gélatine qui permettent d'atténuer l'influence destructive de la lumière sur une solution de chlorophylle (Wurmser). L'action de la bactérie, sur la membrane, se traduit en outre par l'apparition de matière pectique comme l'indique la coloration au rouge de ruthénium ce qui ne constitue pas un fait nouveau ; des actions bactériennes de ce genre sont en effet connues en ce qui concerne différents organismes et notamment le *Bacterium vascularum* (Cobb.) Greig-Smith qui détermine la gommose bacillaire de la canne à sucre et plusieurs auteurs attribuent la production de la gomme, chez les végétaux, à différentes bactéries.

En l'absence de cryptogame à l'intérieur des tissus nouvellement atteints, nous avons pensé que la bactérie présente dans les jeunes taches pouvait être l'auteur de la maladie. En passant une aiguille flambée dans une jeune lésion et en excoriant la face inférieure de feuilles saines, avec cette aiguille infectée, nous avons en effet obtenu, à maintes reprises, à la fin de la saison des pluies (février), des lésions caractéristiques 10 à 11 jours après alors que des feuilles blessées avec des aiguilles flambées non contaminées demeuraient saines. Ces expériences ont été faites en plein air. Il restait à obtenir des cultures pures de ce germe et à reproduire, avec ces cultures, la maladie en serre sur des sujets mis à l'abri de contaminations de l'extérieur.

Après avoir tenté, sans succès, l'isolement de la bactérie en plongeant, dans du bouillon de bœuf stérile, des fragments de feuilles portant des germes et désinfectées en surface par différents procédés, puis en répandant par stries sur un milieu solide les bactéries se développant dans ce

bouillon, nous avons réussi à l'obtenir en culture par le procédé suivant : une aiguille flambée est introduite dans le mésophylle d'une feuille au niveau d'une très jeune tache, la surface de la feuille ayant été préalablement lavée à l'eau stérile, désinfectée par une solution de bichlorure de mercure à 2 ‰, et lavée à nouveau. Ces opérations sont faites à l'aide d'un tampon de coton. L'aiguille ainsi infectée sert à ensemercer, par piquûre, une décoction d'extrémités de jeunes rameaux de manioc portant des feuilles et à laquelle on ajoute 20 ‰ de gélose. Le P. H. de cette décoction est de 6,5. Les tubes contaminés sont ensuite abandonnés à la température du laboratoire (environ 18°C). Après quelques jours on voit apparaître un enduit visqueux en surface. Ces premières cultures nous ont permis d'obtenir, en serre, sur différentes variétés de manioc cultivés en pots, une cinquantaine d'infections positives. Il restait à savoir si la culture était pure. Des prélèvements effectués dans l'un de ces premiers tubes nous ont permis d'obtenir, par la méthode des stries, une colonie homogène sur solution de gélose à 20 ‰ à l'aide de laquelle nous avons pu effectuer, après repiquage, une centaine de nouvelles infections en serre. A l'aide de cette souche, nous avons effectué l'étude de la bactérie dont voici les principaux caractères :

Petit bacille immobile d'environ $1 \times 1,75 \mu$ ne prenant pas le Gram, non acido-résistant, dépourvu de capsule, de cil (*), de spore, aérobie. La température optima pour son développement en culture est comprise entre 26 et 36° centigrades, néanmoins, il se développe à 37°C. Il pousse mal en bouillon ordinaire de laboratoire cependant, après quelques jours, il produit dans ce milieu un trouble uniforme. Il ne forme pas de voile en surface mais une collerette blanchâtre contre la paroi du tube. Cette collerette se dissocie facilement.

Les bouillons gélosés et non alcalinisés préparés avec la pomme de terre ou le manioc lui conviennent particulièrement bien. Il forme des colonies blanches, larges et luisantes, crèmeuses qui ont tendance à s'étaler et à former une nappe envahissante. En stries sur cylindre de pomme de terre ou de racine de manioc, il donne une traînée grasse, humide, jaunâtre. Il liquéfie lentement la gélatine, un cylindre est totalement dissous en une cinquantaine de jours, à la température du laboratoire (18° C.) (Pl. VII). Il n'a aucune action sur les saccharose, glucose, lactose, maltose, mannite et glycérine. Il ne produit pas d'In-

(*) La coloration des cils a été faite par la méthode de Von Ermengem avec des cultures très jeunes.

dol, pas de gaz. Enfin, il n'est pas pathogène pour les animaux de laboratoire : une inoculation de 2 cc. de culture en bouillon sous la peau ou dans le péritoine de la souris et du cobaye ne produit aucun trouble.

De ce qui précède, on peut donc conclure que cette bactérie élabore plusieurs diastases : une cytase puisqu'elle agit sur la membrane cellulaire; des protéases puisqu'elle agit sur le protoplasme et le noyau; elle ne produit pas d'invertase et de lactase puisqu'elle n'agit ni sur le saccharose ni sur le lactose.

Au cours de ces expériences, nous avons pu noter que l'abaissement de la température de la saison fraîche prolonge la durée de l'incubation de la maladie de 3 ou 4 jours. La bactérie conserve longtemps son pouvoir pathogène sur la même culture. A l'aide de notre premier tube contenant la bactérie isolée du manioc le 18 mars 1937, nous avons obtenu des infections positives en l'inoculant au manioc le 24 avril, donc après 37 jours. Enfin, des repiquages successifs nous ont prouvé qu'elle est encore capable de reproduire la maladie après 305 jours d'isolement de la feuille de manioc. Des cultures de 8 mois sur décoction de feuilles de manioc gélifié, sans repiquage, sont encore virulentes.

Notons que toutes les infections ont été réalisées en blessant l'épiderme à l'aide d'une aiguille chargée de la bactérie. Des lobes de plusieurs feuilles maintenues pendant quelques jours dans un tube de verre contenant une suspension, dans l'eau, de la bactérie isolée des cultures pures de façon à ce que la face inférieure de ces lobes touche le liquide, ne nous a pas permis de reproduire le mal. Par contre, nous avons fait apparaître ainsi, dans cette atmosphère chaude, très humide, et à une lumière diffuse (les tubes étaient recouverts de papier blanc et la serre dans laquelle se trouvaient les plants était protégée du soleil par des stores), de nombreuses petites excroissances à la face inférieure du seul lobe soumis à ces influences. Ces petites excroissances sont formées par une hypertrophie et une hyperplasie des cellules du tissu lacuneux. Ce sont des intumescences du type hémisphérique (Pl. VIII, fig. 1). Sur des lobes engagés dans des tubes sans eau, également protégés de la lumière, ces productions verruqueuses n'apparaissent pas. Rappelons que certains auteurs ont attribué ces anomalies à la chaleur, à l'excès d'humidité atmosphérique et que Miss Dale [7] estime qu'un corps à pression osmotique élevée qui semble être l'acide oxalique jouerait un rôle très important dans leur production. Or, la feuille de manioc est riche en cristaux d'oxalate de chaux. Ce cas corrobore cette manière de voir.

Il semble donc que la bactérie ne puisse pénétrer le tissu de la feuille qu'à la faveur d'un traumatisme. Dans la nature, l'infection est très probablement réalisée par des insectes, peut-être un aleurode très abondant sur le manioc dans le pays, aleurode que nous regardons comme étant l'agent vecteur du virus de la mosaïque. En piquant la feuille, ces insectes introduiraient le germe. Toutefois, un premier essai d'infection, avec ces aleurodes, n'a donné aucun résultat. Par contre, en maintenant dans un tube de verre bouché par un tampon de coton



FIG. 38. — *Anoplocnemis madagascariensis* ($\times 2$).

un hémiptère très commun à Madagascar, l'*Anoplocnemis madagascariensis* Sign. dont la tête avait été polluée par une émulsion de bactéries, nous avons pu réaliser l'infection d'un lobe de feuille de manioc engagé dans ce tube. De nombreuses taches caractéristiques au niveau desquelles il était possible de voir les traces des piqûres de l'insecte, sont apparues après une douzaine de jours. Indiquons aussi qu'il a été possible d'inoculer la maladie à de très jeunes plants issus de semis. Enfin, ajoutons que le mal semble sévir avec une intensité particulièrement grande dans les périodes très pluvieuses de la saison chaude et humide, l'eau ruisselant sur les feuilles peut en effet véhi-

euler le germe et l'amener au niveau de petites blessures de causes diverses. En saison sèche (juillet), il devient très rare tout au moins aux environs de Tananarive.

L'affection déterminée par la bactérie en cause est une affection locale ne dépassant pas le territoire de la feuille, en effet, des boutures prélevées sur des maniocs fortement atteints nous ont fourni des maniocs exempts de la maladie. En outre, dans le pays, nous n'avons pas rencontré d'autres euphorbiacées, notamment le *Manihot Glaziovii*, présentant les symptômes du manioc atteint par cette bactérie.

Afin de nous assurer que la présence de la bactérie est nécessaire pour provoquer la lésion, nous avons tenté des inoculations à l'aide d'un filtrat obtenu après passage d'une culture en bouillon sur filtre Chamberland L 3. Comme on pouvait s'y attendre les blessures d'inoculation se sont rapidement cicatrisées.

Quant à la répartition de cette maladie, nous pouvons noter qu'elle existe à la Réunion et à Java où nous l'avons reconnue en avril 1938. En ce qui concerne Madagascar, nous l'avons observée dès notre arrivée dans la grande île où elle est extrêmement répandue, à la fin de 1929, sans y attacher d'importance, ce n'est qu'en février 1936 qu'un planteur des environs de Moramanga (Anjiro) nous signalait une chute importante des feuilles déterminée par cette affection sur de jeunes plants de manioc, chute qui s'est arrêtée et n'a pas eu de conséquences graves. Depuis, on nous a signalé quelques dégâts dans les régions de l'Ouest (Marovoay), en avril 1936, et du Sud (Betioky), en avril 1937.

Sur le manioc on a signalé plusieurs bactéries : le *Bacterium Solanacearum* (E. F. Smith) E. F. Smith qui envahit les vaisseaux et produit un dessèchement brutal du feuillage. Cette bactérie est pourvue d'un cil, mobile ; elle ne liquéfie pas la gélatine, tout au moins au début. Sa température optima est comprise entre 35 et 37° C. Le *Bacterium tumefaciens* Smith et Townsend qui forme des tumeurs est également pourvu d'un cil et mobile. Il produit de l'Indol. Le *Bacillus* (?) *manihotis* Arthaud et Berthet détermine une pourriture interne des tiges ; il est Gram positif.

Aucune de ces bactéries ne correspond, quant aux symptômes qu'elle détermine, ou à ses caractères, à la bactérie que nous avons isolée des feuilles de manioc à Madagascar. En conséquence, il nous paraît possible d'admettre qu'il s'agit d'une espèce nouvelle que nous pouvons classer, dans le genre *Bacterium*, et nous la dédions au Dr Ro-

bic, ancien directeur par intérim de l'Institut Pasteur de Tananarive qui a bien voulu nous fournir d'utiles renseignements pour son étude. Nous l'appellerons donc *Bacterium Robici* et nous désignons la maladie qu'elle provoque sous le nom de « feu » pour rappeler l'aspect de la lésion.

Le sol paraît avoir une influence sur l'intensité de cette affection. En effet, nous avons été frappé de voir, auprès des cultures très touchées, une parcelle pratiquement indemne. Afin de reconnaître la relation qui pouvait exister entre la composition du sol et les dégâts causés par le feu, nous avons demandé à M. Bonnefoy du Laboratoire de Chimie agricole à l'Institut Pasteur de vouloir bien analyser certain nombre d'échantillons de terre. D'après ces analyses, il semble que la potasse a une action salutaire ce qui cadre avec les propriétés de cet élément connu pour conférer à de nombreuses plantes de culture une certaine résistance envers quelques affections.

CONCLUSION DE CE CHAPITRE.

La mosaïque du manioc dont l'existence paraît ancienne à Madagascar y a pris brusquement, vers 1935, une virulence et une extension considérables de sorte qu'elle menace d'anéantir une des plus précieuses ressources du pays. La maladie qui peut avoir une répercussion sur le poids des racines, agit faiblement sur leur composition.

L'étude histologique et cytologique montre que la dépigmentation des zones atteintes semble bien être imputable, comme l'a indiqué Pascalet :

- 1^o A une réduction de l'épaisseur du limbe et à l'augmentation des tissus vasculaires incolores par rapport aux tissus mésophylliens verts ;
- 2^o A une réduction du nombre des chloroplastes dans les cellules.

En outre, dans les cellules albicantes, on constate une désorganisation du pigment chlorophyllien à l'intérieur des chloroplastes. Cette dégénérescence des plastes n'est pas d'origine grasseuse.

Dans les zones hypoplastiques, le noyau est souvent hypertrophié et parfois déformé.

Le nombre et la forme des mitochondries ne paraissent pas modifiés par l'affection.

Aucune différence ne se constate quant à la forme et à la dimension des vacuoles, qu'il s'agisse de plantes saines ou malades, mais il semble

que les inclusions colorables en noir par l'acide osmique, dans les cellules des feuilles fortement atteintes de mosaïque, sont moins abondantes.

Contrairement à ce que l'on observe pour la mosaïque de la canne à sucre, la mosaïque du manioc est plus fréquente et surtout présente un caractère plus grave, dans les régions de haute altitude. Cette différence paraît en relation avec l'humidité de l'atmosphère.

Le caractère infectieux de la maladie ne semble pas faire de doute. Il ne s'agit pas non plus d'une dégénérescence due à la multiplication asexuée puisque la maladie se constate sur de jeunes plants issus de semis. Dans la nature, le principe déterminant cette mosaïque est très probablement inoculé par *Bemisia manihotis* Frappa.

Dans l'état actuel de nos connaissances, le seul moyen de lutte à envisager est l'emploi de variétés résistantes obtenues en utilisant, de préférence, des types primitifs de manioc provenant du pays d'origine.

Dès 1929, nous observions à Madagascar, sur le manioc, une affection se manifestant par des taches et un dessèchement foliaire. Cette affection que nous avons retrouvée récemment à la Réunion et à Java a pris en une année, une virulence inaccoutumée en différents points de la grande île (Moramanga, Marovoay, Tuléar). L'agent causal est une bactérie que nous avons pu isoler, cultiver, et qui a permis de réaliser un grand nombre d'infections artificielles. Cette bactérie est différente de celles qui ont été jusqu'alors signalées sur le manioc, le nom de *Bacterium Robici* est proposé pour la désigner. Elle détermine la destruction de la membrane cellulaire, du protoplasme, du noyau et des chloroplastes. Les produits de désintégration se colorent par le rouge de rhuthénium ce qui indique qu'ils contiennent des matières de nature pectique.

Avant de détruire les chloroplastes, la bactérie produit une sorte de fixation de ces éléments, en effet, lorsqu'une portion de feuille infectée est soumise à l'action de l'alcool absolu pendant 24 heures et plus, la zone contaminée conserve sa couleur verte, alors que le reste de la feuille se décolore complètement.

Dans la nature, ce sont sans doute des insectes, peut-être des aleurodes, qui réalisent les contaminations. Expérimentalement, nous avons obtenu des infections avec un hémiptère commun dans la grande île, l'*Anoplocnemis madagascariensis* Sign., pollué par une émulsion de bactéries.

La présence de *Bacterium Robici* dans les tissus est nécessaire pour produire ces lésions comme le prouvent les inoculations négatives d'un filtrat de culture en bouillon.

BIBLIOGRAPHIE

1. BOITEAU (P.). — Caryologie du manioc cultivé *Manihot utilissima* Pohl. *Bulletin de l'Académie malgache*, nouvelle série, t. XX, 1937.
2. Bouriquet (G.). — Les maladies du manioc à Madagascar. *Revue de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole*, fasc. 8, 9, 10, 1932.
3. CAPUS (G.), LEULLIOT (F.) et FOEX (E.). — Le tabac, t. II, *Soc. d'Et. géogr. marit. et coloniales*, Paris, 1929.
4. CIFFARI (R.). — Gonzales Fragoso (R.) Hongos parasitos y saprofitos de la Republica Dominica (5^e série). *Bol. R. Soc. Española Hist. nat.*, XXVI, 1926.
5. CIFFARI (R.). — Le malattie della Manioca (*Manihot esculenta* Crantz) in San Domingo. I. Notizie sull ambiente in cui si effettuarono gli studi II. La mallattia della macchie fogliari (*Helminthosporium hispanolae* Cif.). *Bull. R. Staz. Pth. veg.*, N. S. XIII, 2, 1933. (Anal. in *Rev. App. Myc.*, p. 147, 1934).
6. COMBES (R.). — La vie de la cellule végétale. Armand Colin, Paris, 1927 et 1929.
7. DALE (E.). — Further experimento ond histological investigations on intumescences, *Philos. Transac. of Roy. soc. of London*, 1906.
8. DUFRÉNOY (J.) et HEDIN (L.). — La mosaïque des feuilles du manioc au Cameroun. *Revue de Botanique appliquée et d'Agriculture tropicale*, Bulletin n° 94, juin 1929.
9. DUFRÉNOY (J.), STAMATINIS (N.) et SAREJANNI (J.). — Etudes cytologiques sur la mosaïque du tabac. *Revue de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole*, mars 1932.
10. ELLIOT (Ch.). — Manual of Bacterial plant pathogens. Baillière, Tindall and Cox, London, 1930.
11. FRAPPA (C.). — Description de *Bemisia manihotis* nov. sp. Aleurode nuisible au manioc à Madagascar. *Bulletin économique de Madagascar*, 3^e trimestre, 1937.
12. GHESQUIÈRE (J.) et HENRARD (J.). — Sphaeriacées nouvelles des feuilles du manioc au Congo Belge. *Revue zool. Afr.*, XXII, 4, suppl. Bot., 1924. (Anal. in *Rev. Appl. Myc.*, p. 530, 1926).
13. GHESQUIÈRE (J.). — Sur la « Mycosphaerellose » des feuilles du manioc. *Bull. Inst. Roy. colon. Belge*. 1932. (Anal. in *Rev. Appl. Myc.*, p. 37, 1933).
14. GOLDING (F. D.). — *Bemisia nigeriensis* Corb., a vector of casava mosaic in Southern Nigeria Tropical agriculture, vo. XIII, n° 7, Trinidad, 1936.
15. HANDUROY (P.), EHRINGER (G.), URBAIN (Ach.), GUILLOT (G.) et MAGROU (J.). — Dictionnaire des bactéries pathogènes. Masson, Paris, 1937.
16. HEDIN (L.). — Culture du manioc en Côte d'Ivoire. Observations complémentaires sur la mosaïque. *Revue de Botanique appliquée et d'Agriculture tropicale*, juillet 1931.

17. HEIM (R.). — Le *Phæolus manihotis* sp. nov. parasite du manioc à Madagascar et considérations sur le genre *Phæolus* Pat. *Annales de Cryptogamie exotique*, t. IV, fasc. 3-4, 1931.
18. JOLY (R. L.). — Les conséquences de la mosaïque du manioc. *Revue de Botanique appliquée et d'Agriculture tropicale*, n° 114, février 1932.
19. KOCH (L.). — *Cassave selectie*. H. Veenman el Zonen. Wageningen, 1934.
20. MULLER (H. R. A.). — Mozaiekziekte Bij Cassave. Institut voor plantenziekten van het algemeen proefstation voor den Landbouw, Bulletin n° 24, 1931.
21. NICOLAS (G.) et AGGERY (B.). — Sur la persistance de la chlorophylle à la suite de l'action bactérienne. *Compt. Rend. Séanc. Acad. Sciences*, p. 611, février 1937.
22. NICOLAS (G.) et AGGERY (B.). — Maladies bactériennes du Begonia. *Compte rendu des séances de la Société de Biologie et de ses filiales associées*, t. CXXIV, 1937.
23. PACCA (D. W.). — Sobre o « Diplodia da manioca ». *Rodriguesia*, I, 1935.
24. PASCALET (M.). — La mosaïque ou lèpre du manioc. *L'Agronomie coloniale*, avril 1932.
25. ROGER (L.) et MALLAMAIRE (A.). — Notes de phytopathologie africaine *Annales agricoles de l'Afrique occidentale*, t. 1, n° 2, 1937.
26. STOREY (H. H.). — Plant pathology second ann. Repp. East. African agr. Res. spat. amani, 1929-30, 1930. (Anal. in *Rev. appl. Myc.* p. 765, 1930).
27. STOREY (H. H.). — Report of the plant pathologist Sixth ann. Dept. East African. Res. stat. Amani, 1933-1934. (Anal. in *Rev. appl. Myc.*, p. 146, 1935).
28. TRABUT (L.). — La défense contre les cochenilles et autres insectes fixés, Alger, décembre 1910.
29. VAN OVEREEN (C.). — Cercosporaceae. *Cercospora Cassavæ* Ell. et Ev. *Icones Fungorum Malayensis*, Vienna, 1925. (Anal. in *Rev. appl. Myc.*, p. 144, 1926).
30. VAN DER BIJL. — Vebetering der Cassave cultur Door Meddel van Profoelden H. Veenman el Zonen, Wageningen, 1930.
31. VAYSSIÈRE (P.). — Note sur quelques coccides reçues à la Station entomologique de Paris en 1933. *Annales du Service des Epiphyties*, t. II, Paris, 1935.

CHAPITRE X

Index alphabétique des parasites et maladies observés à Madagascar et à la Réunion.

A. — Madagascar.

A

Alternaria tabacina (Ell. et Ev.) Hori.

Alternaria Solani Sor.

Anomalie sur fruit (papayer).

Apoplexie (giroflie).

Aschersonia sp.

Aschochyta Voandzeiae Bouriquet.

Astérinée (caféier).

Astérinée (vanillier).

B

Bacterium Phaseoli E. F. Smith.

Bacterium Robici Bouriquet.

Bacterium Solanacearum (E. F. Smith) E. F. Smith.

Botrytis cinerea Pers.

C

Calospora Vanillae Massee.

Capnodium brasiliense Putt.

Capnodium mangiferae Henn.

Carence en acide phosphorique (sisal).

Cephaleuros virescens Kunze.

Cephalosporium sp. (riz).

Cercospora beticola Sacc.

Cercospora Cassavae Ell. et Everhart.

- Cercospora coffeicola* B. et Cooke.
Cercospora personata (B. et C.) Ell. et Ev.
Cercospora sp. (haricot).
Cercospora viticola (Cess.) Sacc.
Chancre (*Araucaria*).
Chlorose (tabac).
Chlorose (vigne).
Cladosporium sp. (aubergine).
Cladosporium sp. (tabac).
Colletotrichum Agaves Cavares.
Colletotrichum falcatum Went.
Colletotrichum Lindemuthianum (Sacc. et Magn.) Br. et Cav.
Colletotrichum (= *Glomerella Vanillae* (Zimm.) Petch et Rag. var. *Pe-largonii* Bouriquet).
Coniothyrium Sacchari (massee) Prill. et Del.
Coniothyrium Sojae Bouriquet.
Cortitium Koleroga (Cooke) V. Höhn.
Cortitium salmonicolor (Br. et Br.).
Crinkling (tabac).
Cyphella punctiformis (Fr.) Kart.
Cystopus candidus (Pers.) Lev.

D

- Dictyophora multicolor* Berk et Br.

E

- Entiloma Dahliae* Syd.
Erysiphe Cichoracearum DC.
Erysiphe Polygoni D.C.

F

- Fumagine (caféier).
Fumagine (giroflie).
Fumagine (riz).
Fumagine (rosier).
Fusarium batatis Woll. var. *Vanillae* Tucher. ?
Fusarium decemcellulare Brick.
Fusarium sp. (caféier).
Fusarium sp. (riz).

G

- Glæosporium ampelophagum* de Bary.
Glæosporium cingulatum Atk.
Glæosporium coffeanum Del.
Glæosporium Mangiferae Henn.
Glæosporium manihotis Henn.
Glæosporium (= *Glomerella vanillae* (Zimm.) Petch et Rag.).
Glomerella cingulata (Ston.) Sp. et Sch.
Glomerella Vanillae (Zim.) Petch et Rag.
Glomerella Vanillae (Zimm.) Petch et Rag. var. *Pelargonii* Bouriquet.
Gommose (*Albizzia*).
Gommose (*Eucalyptus*).
Gommose (pêcher).
Graphiola Phœnicis (moug.) Poit.

H

- Helminthosporium turcicum* Pass.
Hemileia vastatrix Berk. et Br.
Heterodera Marioni Cornu.
Hypocrella sp. (caféier).
Hypocrella sp. (manioc).

K

- Kræpæk* (tabac).
Kuehneola Fici Butler.

L

- Lachnoidius Greeni* Vays.
Lasiodiplodia Theobromae (Pat.) Griff. et Maubl.
Leptosphaeria coffeicola Del.
Leptosphaeria Sacchari von Breda de Han.
Leveillula taurica (Lev.) Arnaud.
Loranthacée (pêcher).

M

- Macrosporium Poissoni* Bouriquet.
Marssonina Rosae (Bonn.) Br. et Cav.
Melampsorella Ricini (Biv.) de Toni.

Microcera coccophila Desm.

Mosaïque (Arachide).

Mosaïque (canne à sucre).

Mosaïque (Dahlia).

Mosaïque (manioc).

Mosaïque (tabac).

Mycosphaerella caryophyllata Bouriquet et R. Heim.

Mycosphaerella Heimii Bouriquet.

Mycosphaerella rosigena Ell. et Ev. var. *madagascariensis* Bouriquet.

Mycosphaera alphitoïdes Griff. et Maubl.

Myriangium Duriaei Mont.

N

Nectria rigidiuscula (Berk et Broome) Sacc.

Nectria Vanillae Zimm.

Nematospora Coryli Pegl.

O

Oëdiopsis taurica (Lev.) Salmon.

Oëdium leucoconium Desm.

Ovulariopsis Moricolae Del.

Ovulariopsis Papayae van der Bijl.

P

Panachure (caféier).

Panachure (géranium rosat).

Panachure (manioc).

Panachure (tabac).

Peronospora cubensis (Berk. et Curt.) Humphrey.

Pestalozzia coffeicola Aversa.

Pestalozzia uvicola Speg.

Phaeoisariopsis griseola (Sacc.) Ferr.

Phaeolus manihotis Heim.

Phyllactinia Moricolae Saw.

Phyllosticta pirina Sacc.

Phytophthora Jatrophae Jens. ?

Phytophthora palmivora Butler var. *piperis* Muller ?

Plasmopara viticola (Berk. et Curt.) Berl. et de Toni.

Polyporacée (caféier).

Polyporacée (giroflief).
Polyporus Coffeae Wak.
Puccinia angivyi Bouriquet.
Puccinia Gladioli Cast.
Puccinia glumarum (Schm.) Erikss. et Henn.
Puccinia graminis Pers.
Puccinia Maydis Bereng.
Puccinia Pruni-spinosae Pers.
Puccinia purpurea Cooke.
Puccinia triticina Eriks.

R

Ramphicarpa longiflora Benth.
Ramularia Cynerae Sacc.
Rhizopus Artocarpi Rac.
Rosellinia necatrix (Hort.) Berl.
Rougeot (vigne).

S

Sclerotinia Fukeliana (De Bary) Fuck.
Sclerotium Rolfsii Sacc.
Schizophyllum commune Fr.
Septoria Apii (Br. et Car.) Chester.
Septoria Dianthi Desm.
Sphaerella fragariae (Tul.) Sacc.
Sphaerella Mori Pass.
Sphaerophragmium Acaciae (Cooke) Magn.
Sphaerotheca pannosa (Wallr.) Lev.
Sphaerotheca Voandzeiae Bouriquet.
Spongopara subterranea (Wallr.) Johnson.
Subérose (vigne).
Strigula sp. (caféier).
Strigula sp. (giroflief).
Strigula sp. (vanillier).

T

Taphrina deformans Berk. Tul.
Tarsonimus Orizae Targ. Toss.
Tetranychus bimaculatus Harvey. ?
Thyridaria tarda Bancr.

U

- Uncinula necator* (Schw.) Burr.
Uredo Fici Cast.
Uromyces appendiculatus (Pers.) Link.
Ustilaginoïdea virens (Cooke) Jak.
Ustilago scitaminea Syd.
Ustilago Sorghi (Link) Pass.
Ustilago tritici (Pers.) Jens.

V

- Verticillium Hemileiae* Bouriquet.
Virescence (caféier).
Virescence (tabac).

B. — Réunion (*).

B

- Bacterium Solanacearum* (E. F. Smith) E. F. Smith.

C

- Capnodium Mangiferae*, Henn.
Cercospora Cassavae Ell. et Everhart.
Cercospora personata (B. et C.) Ell. et Ev.
× *Cercospora* sp. (aubergine).
Colletotrichum Lindemuthianum (Sacc. et Magn.) Br. et Cav.

E

- Entiloma Dahliae* Syd.
Erysiphe Cichoracearum D. C.

G

- Glæosporium ampelophagum* de Bary.
Glæosporium cingulatum Atk.
Glæosporium manihotis Henn.
Glæosporium (= *Glomerella vanillae* (Zimm.) Petch et Rag.).

(*) Sont marqués d'une croix les parasites et maladies qui n'ont pas été observés à Madagascar.

Glomerella cingulata (Ston.) Sp. et Sch. ?
Glomerella Vanillae (Zimm.) Petch et Rag.
Glomerella Vanillae (Zimm.) Petch et Rag. var. *Pelargonii* Bouriquet.
Graphiola Phœnicis (Moug.) Poit.

H

Helminthosporium turcicum Pass.
Hemileia vastatrix Berk. et Br.
Heterodera Marionii Cornu.

M

Marssonina Rosae (Bonn.) Br. et Cav.
Microsphaera alphitoides Griff. et Maubl.
× Mosaïque (*Erythrina indica* Lam.).
Mosaïque (tabac).

O

× *Oidium* sp. (*Jatropha curcas* L.).
× *Oidium* sp. (tomate).
× *Ovulariopsis* sp. (*Erithryna indica* Lam.).
Ovulariopsis Moricollae Del.
Ovulariopsis Papayae Van der Bijl.

P

Phaeoisariopsis griseola (Sacc.) Ferr.
× *Phytophthora infestans* de Bary.
Phytophthora Jatrophae Jens. ?
Phyllactinia moricola Saw.
Plasmopara viticola (Berk et Curt.) Berl. de Toni.
Puccinia Maydis Ber.
Puccinia Pruni-spinosae Pers.

R

Rhizopus Artocarpi Rac.

S

Schiziphyllyum commune Fr.
Sclerotium Rolfsii Sacc.
Sphaerophragmium Acaciae (Cooke) Magn.

T

Taphrina deformans Berk. Tul.

Tetranychus bimaculatus Harvey. ?

U

Uncinula necator (Schw.) Burr.

V

Verticillium Hemileiae Bouriquet.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Des prospections méthodiques ont permis d'observer, sur les plantes cultivées à Madagascar, un grand nombre de maladies qui, jusqu'à ce jour, n'y avaient point été signalées. Des cas tératologiques ont également été constatés.

Parmi les champignons parasites, les uns, comme l'*Hemileia vastatrix* Berk. et Broome ont été introduits de l'extérieur, d'autres, tels que *Phæolus manihotis* Heim, sont venus de la flore malgache. Des maladies à virus filtrants, le Kroepoek par exemple, sont communes à des plantes sauvages (*Ageratum conyzoides* Wed.) et de culture (*Nicotiana tabacum* L.).

L'existence, autour des zones de cultures, d'étendues immenses de brousse et de savane où se trouvent des végétaux servant de refuge aux organismes pathogènes, contribue parfois à rendre la lutte contre ces derniers plus difficile.

Dans le groupe des Myxomycètes, bien représenté dans la flore mycologique de la grande île, une seule espèce parasite des plantes utiles (*Spongospora subterranea* (Wallr.) Johnson) peut, actuellement, être citée.

Les Siphomycètes ne semblent pas jouer le même rôle qu'en Europe, toutefois, plusieurs *Phytophthora* produisent des affections graves.

Plus importants sont, au point de vue phytopathologique, les Ascomycètes. Des *Glæosporium* et des *Colletotrichum* connus sous leur seule forme imparfaite ou se rattachant à des *Glomerella* notamment, se montrent, en effet, très souvent préjudiciables aux cultures. Les *Fusarium* qu'il est parfois possible de rattacher à des *Nectria* ne paraissent pas aussi fréquents et agressifs qu'en d'autres pays (Amérique et Indochine). Certains Erysiphacées (*Sphaerotheca*, *Microsphaera*, *Erysiphe*, *Uncinula*, *Phyllactinia*) sont très répandus sous leur forme conidienne.

Enfin, les plus graves épiphyties sont imputables aux Basidiomy-

cètes inférieurs, à des Urédinées (*Uromyces*, *Hemileia*, *Puccinia*), et surtout à des virus filtrants dont quelques-uns, comme ceux qui déterminent la « rosette » de l'arachide et la « mosaïque » du manioc, peuvent provoquer des désastres.

Deux bactéries, *Bacterium Solanacearum* (E. F. Smith) E. F. Smith et *Bacterium Robici* Bouriquet, sont susceptibles d'endommager les cultures. Une seule Phanérogame parasite, *Ramphicarpa longiflora* Benth., mérite, par les dégâts qu'elle commet dans certaines rizières, de retenir l'attention.

Une grande analogie se constate entre les maladies des plantes de la Réunion et celles de Madagascar. Ceci s'explique par des échanges de plants qui se font de longue date entre ces deux pays voisins, toutefois, nous noterons, dans le premier, l'existence de l'auteur du mildiou de la pomme de terre (*Phytophthora infestans* Bary) qui n'a pas été rencontrée dans la grande île, et l'absence de la mosaïque du manioc.

Le comportement des parasites étudiés est, dans quelques cas, sous le climat malgache, très différent de ce qu'il est en Europe. Ainsi, l'*Altermaria Solani* Sor. dont les dégâts sont en général bénins dans la métropole, interdit la culture de nombreuses variétés de pomme de terre en certains points des plateaux. *Cercospora viticola* (Cess.) est, en Imérina, un parasite assez sévère de la vigne alors que *Plasmopara viticola* (Berk. et Curtis) Berl. et de Toni, agent causal du mildiou, tout en nécessitant une intervention, ne commet pas des méfaits aussi considérables qu'en d'autres pays.

En ce qui concerne la « rosette » de l'arachide et la « mosaïque » du manioc, l'intensité de ces maladies s'accroît à mesure que l'altitude augmente, ce qui est en contradiction avec les faits rapportés par Costantin à propos de la « mosaïque » de la canne à sucre (cure de montagne). Quant aux maladies vermiculaires, nous n'avons pu relever aucune attaque d'*Heterodera Marioni* Cornu sur le caféier en sol infecté. Pourtant, ce nématode, très commun dans le pays, passe pour un dangereux ennemi de *Coffea arabica* L., en particulier au Brésil et à la Guadeloupe. Il apparaît donc que cette espèce d'anguillule comporte plusieurs races diversement adaptées.

Un autre aspect de la virulence des agents de maladies a pu être noté à Madagascar : soudain, en des lieux éloignés, isolés, et sous des climats différents, certains de ces organismes, d'introduction ancienne et très répandus, manifestent une activité inaccoutumée. C'est ainsi que *Lasiodiplodia Theobromae* (Pat.) Griff et Maubl. a provoqué,

simultanément, d'importants dégâts sur de jeunes plants de manioc dans la région du lac Alaotra (cêntre), et sur le sisal, aux environs de Tuléar (Sud-Ouest). *Bacterium Robici* Bouriquet, auteur d'une maladie bactérienne a montré, assez brusquement, une grande activité en plusieurs districts. Quant à la mosaïque du manioc, des remarques analogues ont été faites et peuvent être étendues à d'autres colonies où, depuis quelques années, cette maladie préoccupe les planteurs.

Pour expliquer ces faits, il ne semble pas plausible d'invoquer des conditions climatologiques favorables à l'élément pathogène ou contraires à l'hôte, pas plus que la sénilité des clones engendrée par la reproduction asexuée (bouturage). Des observations et des expériences de ces dernières années permettent de penser qu'il n'est pas impossible que de mêmes radiations, agissant dans le même temps, en des points éloignés, provoquent une rupture d'équilibre entre le parasite et l'hôte, soit en déterminant des mutations semblables du premier, soit en troublant, dans le même sens, le métabolisme du second.

L'ouvrage que nous publions aujourd'hui ne saurait avoir la prétention de constituer un répertoire complet des maladies des plantes cultivées dans la grande île. Bien des organismes nuisibles qui nous ont échappé, ou d'introduction récente, restent à découvrir, néanmoins, pour suivre avec intérêt les travaux de l'extérieur et en bénéficier, pour prendre les mesures propres à éviter de nouveaux fléaux, il importait d'identifier les principales affections de nos plantes utiles, et de nous faire une idée de leur importance respective. Nous espérons que ce travail, que l'on peut, en outre, considérer comme une contribution à l'étude des Micromycètes du pays, servira de base pour les recherches futures et nous souhaitons que ceux qui collaboreront à notre tâche ou la continueront, puissent le consulter avec profit.

*Laboratoire de Cryptogamie
du Muséum National d'Histoire naturelle de Paris.*

Février 1939.

BIBLIOGRAPHIE CONCERNANT LE CHAPITRE II

GIROFLIER

1. FAUCHÈRE (A.). — Une tournée d'inspection agricole à Sainte-Marie et à Soanierana (Côte Est). *Bulletin économique de Madagascar*, n° 2, 1907.
2. HEIM (R.) et BOURIQUET (G.). — La maladie de l'apoplexie du giroflier à Madagascar. *Académie d'Agriculture de France*. Procès-verbal de la séance du 6 janvier 1937.
3. HEIM (R.) et BOURIQUET (G.). — Maladies et champignons du giroflier. *Revue de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole*, de France T. XXVI, Fasc. 1, 1939.
4. LEDREUX (A.). — Le giroflier à Sainte-Marie et à Madagascar. *L'Agronomie coloniale*, nouvelle série, n° 161, 1932.
5. WELSFORD. — Diseases of the clove. Rapport communiqué par M. Findley, chef du Service de l'agriculture de Zanzibar.

VANILLIER

1. ARNAUD (G. et M.). — Traité de Pathologie végétale. Paul Lechevalier et fils, Paris, 1931.
2. BOURIQUET (G.). — Les maladies du vanillier à Madagascar. *Annales de Cryptogamie exotique*, t. VI, fasc. 1, juillet 1933.
3. BOURIQUET (G.) et BOITEAU (P.). — Germination asymbiotique de grains de vanillier *Vanillia planifolia* And. *Bulletin de l'Académie malgache*, nouv. série, t. XX, 1937.
4. COOKE. — Exotic fungi (Grevillea), XV, 1886.
5. DELACROIX (G.). — Sur deux maladies du vanillier. *Bulletin de la Société mycologique de France*, t. XVIII, fasc. 3, 1902.
6. DELTEIL (A.). — La vanille, sa culture à Madagascar. *Bulletin économique de Madagascar*, n° 2, pp. 122-126, 1914.
7. HENNINGS. — Notieblatt des königlichen botanischen. *Gardens uns Museum in Berlin*, I, 1895.
8. KOPP (A.). — Les maladies des plantes à la Réunion. *Revue de Botanique appliquée et d'Agr. tropicale*, Bull. n° 105, pp. 281-287, 1930.
9. LABROÛSEE (F.). — La pourriture du cœur des palmiers en France (*Phytophthora palmivora* Butler.). *Revue d'Entomologie végétale et d'Entomologie agricole*, t. XVIII, pp. 13-23, 1931.

10. LUC. — La culture de la vanille dans la région d'Antalaha. *Bulletin économique de Madagascar*, n° 4, pp. 457-466, 1913.
11. MAUBLANC (A.). — Maladies du vanillier. Aug. Challamel, Paris, 1914.
12. MAUBLANC (A.) et BARAT (H.). — Une maladie nouvelle de la vanille. *L'Agronomie coloniale*, n° 123, pp. 77-82, 1928.
13. MASSEE (G.). — Vanilla disease. *Bulletin of miscellaneous information*, Kew, n° 67, 1892.
14. MEINECKE. — Les vanillières de Tahiti et de Moréa. Imprimerie M. Barrier, Papeete, 1916.
15. NARASIMHAM (M. J.). — Studies in the genus *Phytophthora* in Mysore. I. Heterothallic strains of *Phytophthora*. *Phytopath.*, vol. XX, p. 201-214, 1930.
16. PETCH (T.) and RAGUNATHAN (G.). — The fungi associated with disease in vanilla. *Annals of the Royal Botanic Garden, Peradeniya*, vol. X, part. 1 ; vol. X, part. 2, 1927.
17. ROLLOT (Ch.). — Documentation sur la vanille. *Bulletin économique de Madagascar*, nos 1 et 2, 1924.
18. STANER (P.). — Les maladies du vanillier à Eala. *Bull. agricole du Congo belge*, vol. XIX, pp. 85-90, 1928.
19. STONEMAN (Miss). — A comparative study of the development of some anthracnose. *Botanical Gazette*, 1898.
20. TUCKER. — Vanilla root rot. *Journ. of Agric. Res.*, vol. XXXV, n° 12, 1927.
21. VON HÖHNEL (F.) et WEESE (J.). — *Nectria Vanillae*. *Annales Mycologici*. p. 423, 1911.
22. ZIMMERMANN (A.). — Ueber einige Krankheiten und Parasiten des vanilla. *Central f. Bakt.*, Abt. 2, VIII, 1902.

POIVRIER

- MULLER (H. R. A.). — Het *Phytophthora* — vœtrat van peper (*Piper nigrum* L.), mededeelingen van het. *Instituut voor Plantenziekten*, n° 88, Batavia, 1936.

CANNE A SUCRE

1. ASHBY (S. F.). — Gumming disease of sugar-cane. *Trop. Agr.*, VI, pp. 135-138, 1929. (*Anal. in Rev. Appl. Myc.*, p. 465, 1929).
2. BEAUVIERIE (M. A.). — Les maladies à ultravirus des plantes. *Annales du Service Botanique de Tunisie*, t. IX, 1932.
3. BOURIQUET (G.). — Un pourridié de la canne à sucre causé par *Dictyophora multicolor* Berk. et Br. *Revue de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole*, XVIII, juin 1931.
4. BOURIQUET (G.). — Les maladies du pommier à Madagascar. *Bulletin économique de Madagascar*, n° 71, octobre 1932.
5. BUTLER. — Fungous diseases of sugar-cane in Bengale. *Mémoires of the Department of Agriculture. In India Bot. Ser.*, vol. I, n° 3, 1906.
6. CAUM (Edw. L.). — Bulletin of the Experiment Station of the Hawaiian Sugar Planters' association. *Botanical series*, vol. III, part. I, 1921.

7. COBB (N. A.). — Fungous maladies of the Sugar cane. Experiment Station of the Hawaiian Sugar. *Planters' association Bull.*, n° 8, 1906.
8. COSTANTIN (J.). — La mosaïque de la canne à sucre (enseignement découlant de sa récente histoire). *L'Agronomie coloniale*, n° 176, août 1932.
9. COSTANTIN (J.). — Les nouvelles cultures de la canne à sucre à la Réunion. *Revue de Botanique appliquée et d'Agriculture tropicale*, juin 1933.
10. DELACROIX (G.) et MAUBLANC (A.). — Maladies des plantes cultivées dans les pays chauds. Aug. Challamel, Paris, 1911.
11. DE SORNAY (P.). — La canne à sucre à l'île Maurice. Augustin Challamel, Paris, 1920.
12. DE SORNAY (P.). — Manuel de la canne à sucre. Port-Louis, 1936.
13. FAUCHÈRE (A.). — Guide pratique d'Agriculture tropicale. Augustin Challamel, Paris, 1922.
14. KOPP (A.). — A propos du Striga. *Revue de Botanique appliquée et d'Agriculture tropicale*, août 1930.
15. KOPP (A.) et D'EMMERZ DE CHARMOY (D.). — Observations nouvelles concernant la mosaïque de la canne à sucre et le Streak du maïs. Travaux techniques de la Station agronomique de l'île de la Réunion. *Bulletin* n° 3, Saint-Denis, 1932.
16. KOPP (A.) et D'EMMERZ DE CHARMOY (D.). — Situation actuelle de la mosaïque de la canne à sucre à la Réunion. Travaux techniques de la Station agronomique de l'île de la Réunion. *Bulletin* n° 3, Saint-Denis, 1932.
17. MARTIN (J. P.). — Cane diseases control through adjustment of plantation practices. *Intern. Sug. Journ.*, XXXIII, 1931.
18. PATOUILLARD (N.). — Contribution à l'étude des champignons de Madagascar. *Mémoire de l'Académie malgache*. Imprimerie moderne de l'Émyrne, Tananarive, 1928.
19. RACIBORSKI. — Over het voorkomen van ein *Schizophyllum* svar top Suikerriet. *Archief voor de Java. Suikerindustrie*, 1 part., pp. 486-488, 1898.
20. SHEPERD (E. F. S.). — Maladies de la canne à sucre à l'île Maurice. *Bulletin* n° 32, Port-Louis, 1926.
21. SHEPERD (E. F. S.). — Ann. Report Mauritius Depart. of Agric. for the year, 1928, 1930.
22. SHEPERD (E. F. S.). — Diseases of Sugar-cane in Mauritius. *Bulletin* n° 41, Port-Louis, 1931.
23. STOREY (H. H.). — Streak disease, an infections chlorosis of sugar-cane, not identical with mosaic disease. *Report of the Imperial Botanical Conference*, London, juillet 1924.
24. STOREY (H. H.). — Diseases of Sugar-cane of the mosaic type in South Africa. *Journal of the Department of Agriculture*, n° 32, août 1924.
25. STOREY (H. H.). — Streak disease of Sugar-cane Union of South Africa. *Journal of the Department of Agriculture*, n° 39, 1925.
26. SYDOW (H.). — Notizen über Ustilagineen. *Ann. Myc.*, XXII, 3-6, pp. 277-291, 1924. (*Anal. in Rev. Appl. Myc.*, p. 127, 1925).
27. VAN DER BIJL (P. A.). — Notes of sugar cane matiere. *Journ. Department Agr. S. Africa*, ii, 1921. (*Anal. in Rev. Appl. Myc.*, p. 271, 1922).

28. WENT. — Het rood snoot. Mededeelingen van he Proefstat. West, Java, Kagok, Zegal, 1893.

MAIS

1. MAINS (E. B.). — Host specialization of *Puccinia Sorghi*. *Phyt.*, XXIV, 1934.
2. SHAW (F. J. F.). — Report of the imperial Mycologist. *Scient. Reports Agric. Inst.*, Pusa, 1921.

SISAL

1. CHEVALIER (Aug.). — Sur une maladie des agaves. *Revue de Botanique appliquée et d'Agriculture tropicale*, mai-décembre 1921.
2. SCHAW (F. J. F.). — Anthracnose of sisal Hemp. *The Agr. Journal of India*, viii, part. I, Calcutta, 1913.
3. SCHMID (K.). — Untersuchungen an Böden und Planzen von erkrankten Sisalbeständen in Ostafrika. *Die Phosphorsäure*, IV, 11, 1934.
4. STANER (P.) et VERPLANCKE (G.). — Un état pathologique du sisal au Congo belge. *Bulletin agricole du Congo belge*, vol. XXI, n° 3, 1930.

ARACHIDE

1. BALACHOWSKY (A.) et MESNIL (L.). — Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. Bussan, Paris, 1936.
2. BERTUS (L. S.). — *Sclerotium Rolfsii* in Ceylan. *Ann. Roy. Bot. Gard. Peradenya* XI, 1929. (*Anal. in Rev. Appl. Myc.* p. 608, 1929).
3. BOUFFIL (F.). — Contribution à l'étude de deux maladies de l'arachide. *Bulletin du Comité d'Etudes historiques et scientifiques de l'A. O. F.*, t. XVI, n° 1, janvier-mars 1933.
4. BOURIQUET (G.). — Les maladies de l'arachide à Madagascar. *Bulletin économique de Madagascar*, documentation-études, n° 1, 1930.
5. BOURIQUET (G.). — La « rosette » de l'arachide à Madagascar. *L'Agronomie coloniale*, avril 1931.
6. BOURIQUET (G.). — Liste des parasites des plantes cultivées à Madagascar. *Moniteur international de la protection des plantes*, n° 7, 1932.
- 6 bis. BOURIQUET (G.). — Nouvelle contribution à l'étude de la lutte contre la « rosette » de l'arachide. *Bulletin économique de Madagascar*, 1^{er} trimestre 1938.
7. CHEVALIER (Aug.). — Les maladies et les ennemis de l'arachide. *Revue de Botanique appliquée et d'Agriculture tropicale*, août-septembre 1934.
8. CURZI (M.). — Contributio alla conocenza della biologia della sistematica degli stipiti dello *Sclerotium Rolfsii*. *Rendic. R. Accad. Leine*, XV, ser. VI, 1932. (*Anal. in Rev. Appl. Myc.*, p. 748, 1932).
9. FAUCHÈRE (A.). — Guide pratique d'agriculture tropicale. Augustin Challa-mel, Paris, 1922.
10. FRAPPA (Cl.). — Sur l'emploi des émulsions savonneuses d'huile végétale contre les pucerons et les chenilles dans nos possessions coloniales. *L'Agronomie coloniale*, novembre 1936.

11. MALLAMAIRE (A.). — L'extension de la maladie des taches brunes de l'arachide. *L'Agronomie coloniale*, août 1931.
12. MAUBLANC (A.). — Espèces nouvelles de champignons inférieurs. *Bulletin de la Société mycologique de France*, pp. 87-91, Paris, 1905.
13. MAUBLANC (A.). — Les maladies de l'arachide. *L'Agronomie coloniale*, janvier 1924.
14. MAUBLANC (A.). — La maladie des taches brunes de l'arachide en Afrique Occidentale. *L'Agronomie coloniale*, septembre 1925.
15. STOREY (H. H.) et BOTOMLEY (A.). — Rosette of the peanut (*Arachis hypogea*). The annales of applied biology, vol. XV, n° 1, février 1928.
16. TROCHAIN (J.). — La « lèpre » de l'arachide au Sénégal. *Revue de Botanique appliquée et d'Agriculture tropicale*, mai 1931.
17. VAN HALL (C. J. J.). — Ziekten en plagen der culturgewassen in Nederlandsch-Indië in 1923. Meded. Inst. voor Plantenziekten, 1924 (*Anal. in Rev. appl. Myc.*, p. 79, 1925).
18. VUILLET (J.). — A propos de la rosette de l'arachide: contrôle des pucerons par des insectes auxiliaires. *Revue de Botanique appliquée et d'Agriculture tropicale*, janvier 1934.
19. WOODROOF (N. C.). — Two leaf spots of the peanut (*Arachis hypogea*). *Phytopathology*, vol. XXIII, August 1933.
20. ZIMMERMANN (A.). — Ueber eine Krankheit der Erdnüsse (*Arachis hypogea*). Der Pflanze III, 1907.

BLÉ

1. BORMANS. — La rouille noire. *L'Agriculture pratique*, juin 1934.
2. BOURIQUET (G.). — Les rouilles et le charbon du blé à Madagascar. *Bulletin économique mensuel*, n° 90, 1934.
3. BURTON (G. J. L.). — Wheat breeding in Kenya Pan. *African Agricultural and Veterinary Conference*, Pretoria, août 1929.
4. CARLE. — La culture pratique du blé à Madagascar. *Bulletin économique de Madagascar*, p. 308, 1913.
5. CATY (R.). — L'amélioration des blés en Tunisie. *L'Agronomie coloniale*, nos 156-157, 1930.
6. DELACROIX (G.) et MAUBLANC (A.). — Maladies des plantes cultivées. Bail lière et fils, 1926.
7. ERIKSSON (J.). — Fungous diseases of plants. Baillière, Tindal and Cox, London, 1930.
8. FAUCHÈRE (A.). — Note sur les rouilles des céréales de Madagascar. *Feuille mensuelle d'informations agricoles et commerciales*. Imprimerie officielle, Tananarive, novembre 1913.
9. FAUCHÈRE (A.). — La culture du blé dans le centre de Madagascar. *Feuille mensuelle d'informations agricoles et commerciales*, Imprimerie officielle, Tananarive, janvier 1934.
10. HEALD (F. D.). — Manual of plant Diseases. Mc Graw-Hill Book Company, New-York, 1926.
11. Mc DONALD (J.). — Notes on Physiologic forms of Wheat Stem rust in

Kenya and their bearing on Wheta breeding. *Pan-African Agricultural and Veterinary Conference*, Pretoria, août 1929.

12. MARCHAL (E.). — Éléments de pathologie végétale. Jules Duculot, Gembloux, 1927.
13. PEYROT (E.). — Etude sur les champignons pathogènes observés sur le blé à Madagascar. *Bulletin économique de Madagascar*, 1915.
14. SCHILCHER (E.). — Ueber die Lebensdauer der Uredosporen *Puccinia triticina*. *Zeitschr. für Pflanzenschutz*, xlii, 9, pp. 465-467, 1932. (*Anal. in Rev. Appl. Myc.*, vol. XII, part. I, p. 16, 1933).
15. VERWOERD (L.). — Die fisiologiese vorms van *Puccinia graminis* Pers. Wat in suid Afrika voorkom. *African Journ. of Sci.*, xxviii, pp. 274-279, 1931. (*Anal. in Rev. of Appl. Myc.*, pp. 230-231, 1932).

RIZ

1. BOURIQUET (G.). — Une scrophulariacée parasite du riz à Madagascar. *Revue de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole*, t. XX, fasc. 3, 1933.
2. CHEVALIER (Aug.). — Sur une scrophulariée (*Striga hermonthica*) parasite des céréales en Afrique tropicale. *Compt. rend. Acad. des Sciences*, t. 189, n° 27, pp. 1308-1310, Paris, 1929.
3. DANDOUAU (A.). — Catalogue alphabétique des noms malgaches de végétaux. Imprimerie officielle, Tananarive, 1914.
4. HASKELL (R. J.) et DIEHL (W. W.). — False smut of Maize. *Ustilaginoidea*. *Phytopath.*, xix, 1929. (*Anal. in Rev. Appl. Myc.*, p. 716, 1929).
5. Mc RAE (W.). — Report of the imperial Mycologist. Agr. Res. Inst. Pusa Scientific Reports, 1921-1922. (*Anal. in Rev. Appl. Myc.*, p. 259, 1923).
6. THOMAS (K. M.). — A new-Paddy disease in Madras. *Madras Agric. Journ.*, XIX, 1931. (*Anal. in Rev. of Appl. Myc.*, p. 259, 1923).

SORGHO

1. ERIKSSON (J.). — Fungous diseases of plants, London, Baillière, Tindall and Cox, 8, Henrietta Street, Covent Garden, W. C., 2, 1930.
2. FERRARIS (T.). — Trattato di patologia e terapia vegetale, t. I. Ulrico Hoepli, Milano, 1936.
3. GONZALES FRAGOSO (R.). — Flora Iberica, Madrid, 1924.
4. MARCHAL (E.). — Éléments de pathologie végétale. Librairie agricole de la Maison rustique, Paris, 1927.
5. MAUBLANC (A.). — Les maladies des plantes cultivées. Librairie J. B. Baillière et fils, Paris, 1926.
6. OUDEMANS (C. A. J. A.). — Enumeratio systematica fungorum, vol. I, 1919.
7. PRILLIEUX (Ed.). — Maladies des plantes agricoles. Librairie Firmin-Didot et C^{ie}, Paris, 1897.

MURIER

1. ARNAUD (G.). — Etudes sur les maladies du mûrier. *Annales du Service des Epiphyties*, t. I, p. 220 à 227, Paris, 1913.
2. ARNAUD (G.) et SECRETAIN (Ch.). — Etudes sur les maladies du mûrier en 1913. *Annales du Service des Epiphyties*, t. II, pp. 233 à 265, Paris, 1915.
3. ARNAUD (G. et M.). — Traité de Pathologie végétale. Paul Lechevalier et fils, Paris, 1931.
4. DELACROIX et MAUBLANC. — Maladies des plantes cultivées. J.-B. Baillière, Paris, 1926.
5. FAUCHÈRE. — L'antracnose du mûrier. *Feuille mensuelle d'information agricole et commerciale*. Imprimerie officielle, Tananarive, 1913.
6. — FAUCHÈRE. — La culture du mûrier à Madagascar. *Agriculture pratique des pays chauds*, 1^{er} semestre 1914.
7. FERARIS. — Trattato di patologia e terapia vegetale. Ulrico Hoepli, Milano, 1926.
8. HOMMA (Yasu). — Notes on the *Erythaceae* of Mandchuria. *Trans. sapporo nat. hist. soc.*, XI, 1930.
9. PRILLIEUX (E.). — Maladies des plantes agricoles. Librairie Firmin-Didot et C^{ie}, Paris, 1897.
10. PRUDHOMME (E.). — La sériciculture aux colonies. Etude faite à Madagascar. Aug. Challamel, Paris, 1906.
11. SAWADA (K.). — On the systematic investigation of *Phyllactinia* in *Formosa*. *Formosa Dept. of agr. govt. Res. Inst. Repl.*, 1930.

ACACIA

1. CHAUDHURI (H.) et JOHAR (D. S.). — On *Schizophyllum commune* Fr., a parasite on trees in Lahore. *Journ. Indian Bot. Soc.*, xiii, 1934 (*Anal. in Rev. appl. Myc.*, p. 644, 1934).
2. GUYOT (M.). — Le dépérissement des acacias à tanin cultivés à Madagascar. *Revue de Botanique appliquée et d'Agriculture tropicale*, pp. 132-135, 1925.

ALBIZZIA

1. BOURIQUET (G.). — Rapport phytopathologique sur un voyage d'études effectué à la Réunion en octobre 1932. *Revue agricole de l'île de la Réunion*, nouv. série, xxxix, 1934.
2. DELACROIX (A.) et MAUBLANC (G.). — Les maladies des plantes cultivées dans les pays chauds. Augustin Challamel, Paris, 1911.
3. HEIM (R.) et BOURIQUET (G.). — Les maladies des *Albizzia* à Madagascar. *Revue de Botanique appliquée et d'Agriculture tropicale*, n° 190, 1937.

EUCALYPTUS

1. DUCLOS (H.). — Contribution à l'étude des parasites des plantes à Madagascar. *Revue de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole*, n° 3, 1928.
2. SACCARDO (P. A.). — Sylloge Fungorum. *Sphaerella Molleriana*, vol. I, p. 491, 1882 ; *S. cryptica*, *S. nubilosa*, vol. XI, pp. 298, 299, 1895.
3. SIEMASZKO (W.). — Phytopathologische Beobachtungen in Polen. (Phytopathological observations in Poland). *Centralbl. für Bakt.*, Ab. 2, lxxviii, 1-7, pp. 113-116, 1929.

MANGUIER

- ARNAUD (G. et M.). — Traité de Pathologie végétale, t. I, vol. I, pp. 812-825. Paul Lechevalier et fils, Paris, 1931.
- UPPAL (B. N.). — Appendix K. Summary of Work done under the Plant Pathologist to Government, Bombay Présidency, Poona, for the year, 1934-1935. *Rep. Dep. Agric. Bombay*, 1934, 1935, 1936.

POMMIER

1. ARNAUD (G. et M.). — Traité de Pathologie végétale. Paul Lechevalier et fils, Paris, 1931.
2. BOURIQUET (G.). — Les maladies du pommier à Madagascar. *Bulletin économique de Madagascar*, n° 71, 1932.
3. DELACROIX (G.) et MAUBLANC (A.). — Maladies des plantes cultivées. Bail lière, Paris, 1926.
4. FAUCHÈRE (A.). — Note sur un champignon parasite des pommes. *Feuille mensuelle d'Informations agricoles et commerciales*, Imprimerie officielle, Tananarive, février 1913.
5. FERRARIS (T.). — Trattato di patologia e Terapia Vegetale. Ulrico Hoepli, Milano, 1926.
6. GUYOT (M.). — Le dépérissement des Acacias à tanin cultivés à Madagascar. *Revue de Botanique appliquée*, vol. V, 1925.
7. MARCHAL (E.). — Eléments de pathologie végétale. Librairie agricole de la Maison rustique, Paris, 1927.
8. PATOUILLARD (N.). — Contribution à l'étude des champignons de Madagascar. Mémoire de l'Académie malgache. Imprimerie moderne de l'Emyrne, Tananarive, 1928.
9. PUTTERILL (V. A.). — The biology of *Schizophyllum commune* Fries, with special reference to its parasitism. *Sci. Bull. Dept. of Agr. S. Africa* XXV, 1922.

VIGNE

1. ARNAUD (G. et M.). — Traité de Pathologie végétale. Paul Lechevalier et fils, Paris, 1931.
2. AVERNA-SACCA (R.). — Molestia de Videira. Bol. de Agric. São Paulo, Ser. 22, 1921. (*Anal. in Rev. Appl. Myc.*, p. 49, 1922).

3. BOURDOT (H.) et GALZIN (A.). — Hyménomycètes de France. Paul Lechevalier, Paris, 1927.
4. BOURQUET (G.). — Liste des parasites et maladies des plantes cultivées à Madagascar. *Moniteur international des Protections des plantes*, n° 7, 1932.
5. DELACROIX et MAUBLANC. — Maladies des plantes cultivées. J.-B. Baillière et fils, Paris, 1926.
6. DUCHÊNE. — Note sur la culture de la vigne. *Feuille mensuelle d'Informations agricoles et commerciales*, Imprimerie officielle, Tananarive, juillet 1912.
7. ERIKSSON (J.). — Fungous diseases of Plants. Baillière, Tindall and Cox, London, 1930.
8. FERRARIS (T.). — Trattato di Patologia e Terapia Vegetale ad uso della Scuole di Agricoltura. Ulrico Hoepli, Libraio Editore della Real Casa, Milano, 1926.
9. FRANÇOIS (Ed.). — La culture de la vigne à Madagascar. *Revue de Botanique appliquée d'agriculture tropicale*, juillet 1933.
10. FRAPPA (C.). — Sur la présence de l'anthracnose de la vigne dans certains vignobles du centre de Madagascar. *Bulletin économique de Madagascar*, avril 1933.
11. HEALD (F. D.). — Manual of Plant diseases. Mc Graw-Hill Book Company, Inc. New York, 370, Seventh Avenue, London, E. C. 4, 1926.
12. HIGGINS (B. B.). — Morphology and life-history of some Ascomycètes with special reference to the presence and function of spermatia ; II. *Amer. Journ. of Botany*, XVI, 1929. (*Anal. in Rev. Appl. Myc.*, pp. 702-703, 1929).
13. MARCHAL (E.). — Eléments de Pathologie végétale. Librairie agricole de la Maison rustique, Paris, 1927.
14. PRILLIEUX (Ed.). — Maladies des plantes agricoles et des arbres fruitiers et forestiers. Librairie Firmin-Didot et C^e, Paris, 1897.
15. SAVULESCU (Tr.) et RAYSS (T.). — Les espèces de Cercospora parasites des feuilles de vigne en Palestine. *Revue de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole de France*, t. XXII, fasc. 3, 1935.

PÊCHER

1. ANONYME. — La maladie de la cloque. Direction générale de l'Agriculture, du Commerce et de la Colonisation. Service de la défense des végétaux. Memento, n° 19, Maroc, juin 1934.
2. ARNAUD (G. et M.). — Traité de Pathologie végétale. Paul Lechevalier et fils, Paris, 1931.
3. DELACROIX (G.) et MAUBLANC (A.). — Maladies des plantes cultivées. Librairie J.-B. Baillière et fils, Paris, 1926.
4. FERRARIS (T.). — Trattato di Patologia e Terapia vegetale. Ulrico Hoepli, Milano, 1926.
5. HEALD (F. D.). — Manual of plant diseases. Mc Graw-Hill, Book Company, New-York, 1926.

6. PRILLIEUX (Ed.). — Maladies des plantes agricoles et des arbres fruitiers et forestiers. Librairie Firmin-Didot et C^{ie}, Paris, 1897.

HARICOT

1. ERIKSSON (J.). — Phytopathologische Mitteilungen. I. (*Phytopathological notes*. I). (*Anal. in Rev. Appl. Myc.*, p. 728, 1924).
2. MARTINEZ (A. L.). — El Uspulum. *Quinta Normal Est. Exper. Ambato* (Ecuador), Circ. 18, 4 pp., 1925 (*Anal. in Rev. Appl. Myc.*, p. 494, 1925).

POMME DE TERRE

1. BALACHOWSKY (A.) et MESNIL (L.). — Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. Etablissements Busson, Paris, 1935, 1936.
2. DUCOMET (V.), FOEX (Et.) et ALABOUVETTE (L.). — Les maladies de la pomme de terre. Défense sanitaire des végétaux. Imprimerie Nationale, Paris, 1935.
3. ELLIOT (Ch.). — Manual of Bacterial Plant Pathogens. Baillière, Tindall and Cox, London, 1930.
4. FRANÇOIS (Ed.). — Sur deux ennemis de la pomme de terre à Madagascar. *Revue de Botanique appliquée et d'Agriculture tropicale*, pp. 172-175, 1927.
5. HEALD (F. D.). — Manual of plant diseases. Mc Graw-Hill, Book Company, inc, New-York, London, 1926.
6. MARCHAL (E.). — Eléments de pathologie végétale. Librairie agricole de la Maison rustique, Paris, 1927.
7. PRILLIEUX (Ed.). — Maladies des plantes agricoles. Librairie Firmin-Didot et C^{ie}, Paris, 1897.
8. ROUX (J. C.) et STOFBERG (F. J.). — Cultural methods for the control of the Root Knot nematode. Farming in South Africa, avril 1935.
9. SAMUEL (G.). — *Macrosporium Solani* on Tomato fruit. *Phytopathology*, vol. XXII, 1932.

BETTERAVE ET BETTE

1. ERIKSSON (J.). — Fungous diseases of Plants. London, Baillière, Tindall and Cox, 8, Henrietta Street, Covent Garden, W, C. 2, 1930.
2. FERRARIS (T.). — Trattato di Patologia e Terapia Vegetale. Ulrico Hoepli, Libraio Editore della Real Casa, Milano, 1927.
3. MARCHAL (E.). — Eléments de Pathologie végétale. Librairie agricole de la Maison rustique, Paris, 1927.
4. PRILLIEUX (Ed.). — Maladies des plantes agricoles. Librairie Firmin-Didot et C^{ie}, Paris, 1897.
5. VESTAL (E. F.). — Pathogenicity, host response and control of *Cercospora* leaf-spot of Sugar Beets. *Iowa Agric. Exper. Stat. Res.*, Bull. 168, pp. 43-72, 1933.

NAVET

1. FERRARIS (T.). — Trattato di Patologia e Terapia Vegetale. Ulrico Hoepli, Milano, 1926.
2. HIURA (M.). — Biologic forms of *Albugo candida* (Pers.) Kuntze on some cruciferous plants. *Japanese journ. of Botany*, v, 1, 1930 (*Anal. in Rev. Appl. Myc.*, p. 573, 1930).
3. PRILLIEUX (Ed.). — Maladies des plantes agricoles. Librairie Firmin-Didot et C^{ie}, Paris, 1897.

CÉLERI

1. BAUDYS (E.). — Die Blattfleckenkrankheit des Selleries. *Nachricht, über Schädlingsbekämpfung.*, vi, 1931.
2. CAMPANILE (G.). — Sulle septoriosi del Sedano. *Boll. R. Staz. Pat. Veg. N. S.*, vi, 1926.
3. CHENK (P. J.). — De bladvlekkenziekte der Selderie en nog wat anders. *Flo-ralis*, xlviii, 1927.
4. COCHRAN (L. C.). — A study of two Septoria leaf of celery. *Phytopath.*, xxii, 1932.
5. JORSTAD (I.). — Fungi ex Plant of Gough Island (Diégo-Alvarez). Det. Norske Videnskaps Akad i Oslo, Scientific. *Results of the Norwegian Antarctic Expeditions 1927-1928 et Saq.* 1934.

CORNICHON ET MELON

1. DELACROIX et MAUBLANC. — Maladies des plantes cultivées. Baillièrre et fils, Paris, 1926.
2. ERIKSSON (J.). — Fungous diseases of plants. Baillièrre, Tindall and C^o, London, 1930.
3. FERRARIS (T.). — Trattato di Patologia e Terapia vegetale. Ulrico Hoepli, Libraiio Editore della Real Casa, Milano, 1926.
4. HEALD (T. D.). — Manual of Plant diseases. Mc Graw-Hill, Book Company, Inc. New-York, 1926.
5. HIURA (M.) et KAWADA (S.). — On the everwintering of *Peronoplasmopara cubensis* (B. et C.) Clinton. *Japanese journal of Botany*, VI, 1933. (*Anal. in Rev. Appl. Myc.*, 1934).

FRAISIER

1. ARNAUD (G. et M.). — Traité de Pathologie végétale. Paul Lechevalier, Paris, 1931.
2. DELACROIX et MAUBLANC. — Maladies des plantes cultivées. Baillièrre, Paris, 1926.
3. FERRARIS (T.). — Trattato di patologia e Terapia Vegetale. Ulrico Hoepli, Libraiio Editore della Real Casa, Milano, 1926.

4. PRILLIEUX (Ed.). — Maladies des plantes agricoles. Librairie Firmin-Didot et C^{ie}, Paris, 1897.
5. VOGLIO. — Fungi più dannosi alle piante coltivate. *La Ruggine delle Fragole*, Torino-Casanove, 1895.

ROSIER

SACCARDO (P. A.). — Sylloge Fungorum, vol. IX, p. 643.

DAHLIA

1. BRANDENBURG (E.). — Ueber Mosaikkrankheiten an Compositen. *Forsch. Auf. dem gebiet der Pflanzenkrankh. u. der immunität in Pflanzenreich*, V, 1928.
2. BRIERLEY (P.). — Virus diseases of Dahlia. *Phytopathology*, XIII, 1933.
3. BRIERLEY (P.). — Studies on mosaic and related diseases of Dahlia Contrib. Boyce Thompson Inst., 1933.
4. BRIERLEY (P.). — Dahlia mosaic and its relation to stunt. *Bull. Amer. Dahlia Soc.*, ser. IX, 1933.
5. CAMPBELL (A. H.). — Virus diseases of Dahlias. *The Dahlia Year Book*, 1934.
6. PAPE (H.). — Eine für Deutschland neue Blattfleckenkrankheit der Dahlien gartenwelt, XXX, 1926. (Anal. in *Rev. Appl. Myc.*, p. 97, 1927).

CAPUCINE

1. SCHWEIZER (J.). — Over Erysiphacen (meeldauwshimmels) Van Java. *Arch. voor Rubbercult. Nederl. Indie*, XII, 1928.

DEUXIÈME THÈSE

Propositions données par la Faculté :

La Sexualité chez les Urédinées.

Vu et approuvé :

Paris, le 3 Mai 1939.

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

CH. MAURAIN.

Vu :

Permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie
de Paris,

G. ROUSSY.

Très limité par le temps, il ne nous a pas été possible de corriger les épreuves de notre travail avec tout le soin désirable. Nous prions nos lecteurs qui trouveront ici la liste des fautes d'impression de notre texte, de vouloir bien nous excuser.

ERRATA

P. 8, 29 ^e ligne, au lieu de :	au Laboratoire	lire :	du Laboratoire
P. 9, 13 ^e ligne, d ^o :	Peradenya	d ^o :	Peradeniya
P. 9, 14 ^e ligne, d ^o :	<i>Hémileia</i>	d ^o :	<i>Hemileia</i>
P. 14, 7 ^e ligne, d ^o :	Climats	d ^o :	Climat
P. 23, 7 ^e ligne, d ^o :	<i>vèrescens</i>	d ^o :	<i>virescens</i>
P. 23, 13 ^e ligne, d ^o :	<i>Aschersomia</i>	d ^o :	<i>Aschersonia</i>
P. 23, 24 ^e ligne, d ^o :	<i>Glæsporium</i>	d ^o :	<i>Glæosporium</i>
P. 23, 26 ^e ligne, d ^o :	<i>Phytophthora</i>	d ^o :	<i>Phytophthora</i>
P. 25, 22 ^e ligne, d ^o :	<i>Cortitium</i>	d ^o :	<i>Corticium</i>
P. 25, 22 ^e ligne, d ^o :	<i>Théobromae</i>	d ^o :	<i>Theobromae</i>
P. 25, 40 ^e ligne, d ^o :	<i>Ustilaginoïdea</i>	d ^o :	<i>Ustilaginoidea</i>
P. 26, 10 ^e ligne, d ^o :	<i>Oncinum</i>	d ^o :	<i>Ocimum</i>
P. 26, 40 ^e ligne, d ^o :	<i>Myrosphaera alphitoïdes</i>	d ^o :	<i>Microsphaera alphitoides</i>
P. 27, 13 ^e ligne, d ^o :	<i>Ovulariapsis</i>	d ^o :	<i>Ovulariopsis</i>
P. 27, 17 ^e ligne, d ^o :	<i>Rizopus</i>	d ^o :	<i>Rhizopus</i>
P. 27, 22 ^e ligne, d ^o :	<i>Glæsparium</i>	d ^o :	<i>Glæosporium</i>
P. 27, 24 ^e ligne, d ^o :	<i>Cortitium</i>	d ^o :	<i>Corticium</i>
P. 27, 26 ^e ligne, d ^o :	<i>Nécatrîx</i>	d ^o :	<i>Necatrix</i>
P. 27, 32 ^e ligne, d ^o :	<i>Glæosparium</i>	d ^o :	<i>Glæosporium</i>
P. 27, 32 ^e ligne, d ^o :	<i>Cercospara</i>	d ^o :	<i>Cercospora</i>
P. 27, 36 ^e ligne, d ^o :	<i>Fukeliana</i>	d ^o :	<i>Fuckeliana</i>
P. 29, 1 ^{re} ligne, d ^o :	<i>Oïdium</i>	d ^o :	<i>Oidium</i>
P. 29, 5 ^e ligne, d ^o :	<i>Entiloma</i>	d ^o :	<i>Entyloma</i>
P. 29, 15 ^e ligne, d ^o :	<i>Oïdiopsis</i>	d ^o :	<i>Oidiopsis</i>
P. 35, 37 ^e ligne, d ^o :	<i>Glæsporium</i>	d ^o :	<i>Glæosporium</i>
P. 39, 14 ^e ligne, d ^o :	et non obtenues	d ^o :	et n'ont pas été obtenus
P. 41, 7 ^e ligne, d ^o :	<i>Oïdiopsis</i>	d ^o :	<i>Oidiopsis</i>
P. 42, 25 ^e ligne, d ^o :	<i>æcidium</i>	d ^o :	écidium
P. 42, 29 ^e ligne, d ^o :	d ^o	d ^o :	d ^o
P. 42, 36 ^e ligne, d ^o :	d ^o	d ^o :	d ^o
P. 43, 1 ^{re} ligne, d ^o :	<i>æcidium</i>	d ^o :	d ^o
P. 44, 8 ^e ligne, d ^o :	spermogonie	d ^o :	spermogonies
P. 44, 18 ^e ligne, d ^o :	<i>æcidium</i>	d ^o :	écidium
P. 49, 27 ^e ligne, d ^o :	elles disparaissent	d ^o :	elles ne disparaissent pas
P. 51, 4 ^e ligne, d ^o :	conidiophore	d ^o :	conidiophores
P. 56, 5 ^e ligne, d ^o :	<i>Voandzeiae</i>	d ^o :	<i>Voandzeia</i>
P. 56, 11 ^e ligne, d ^o :	[1]	d ^o :	[2]
P. 56, 13 ^e ligne, d ^o :	<i>Voandzeiae</i>	d ^o :	<i>Voandzeia</i>
P. 66, 17 ^e ligne, d ^o :	<i>Cortitium</i>	d ^o :	<i>Corticium</i>
P. 66, 20 ^e ligne, d ^o :	<i>Pseudococcus filamenta-</i> <i>sus</i>	d ^o :	<i>Pseudococcus filamentosus</i>

P. 66, 28 ^e ligne,	d ^o :	<i>Cortitium</i>	d ^o :	<i>Corticium</i>
P. 67, 21 ^e ligne,	d ^o :	<i>Coffea</i>	d ^o :	<i>Coffea</i>
P. 68, 6 ^e ligne,	d ^o :	urédinée	d ^o :	Urédinée
P. 71, 2 ^e ligne,	d ^o :	organe	d ^o :	organes
P. 71, 39 ^e ligne,	d ^o :	mesurant	d ^o :	mesurent
P. 72, 1 ^{re} ligne,	d ^o :	urédinées	d ^o :	Urédinées
P. 72, 3 ^e ligne,	d ^o :	mucédinée	d ^o :	Mucédinées
P. 73, 16 ^e ligne,	d ^o :	hyphomycète	d ^o :	Hyphomycète
P. 73, 20 ^e ligne,	d ^o :	urédinée	d ^o :	Urédinée
P. 77, 15 ^e ligne,	d ^o :	courant	d ^o :	courante
P. 79, 25 ^e ligne,	d ^o :	hématoxiline	d ^o :	hématoxyline
P. 81, 18 ^e ligne,	d ^o :	d ^o	d ^o :	d ^o
P. 83, 21 ^e ligne,	d ^o :	<i>Oidium tabaci</i>	d ^o :	<i>Oidium tabaci</i>
P. 83, 34 ^e ligne,	d ^o :	<i>Oidium</i>	d ^o :	<i>Oidium</i>
P. 83, 38 ^e ligne,	d ^o :	d ^o	d ^o :	d ^o
P. 84, 2 ^e ligne,	d ^o :	d ^o	d ^o :	d ^o
P. 85, 8 ^e ligne,	d ^o :	euphorbiacée	d ^o :	Euphorbiacée
P. 85, 13 ^e ligne,	d ^o :	<i>mytilaspis</i>	d ^o :	<i>Mytilaspis</i>
P. 92, 24 ^e ligne,	d ^o :	hématoxiline	d ^o :	hématoxyline
P. 96, 10 ^e ligne,	d ^o :	d ^o	d ^o :	d ^o
P. 102, 12 ^e ligne,	d ^o :	sont légèrement mobiles	d ^o :	paraissent légèrement mobiles dans le milieu vivant
P. 109, 8 ^e ligne, au lieu de :	euphorbiacées	lire :	Euphorbiacées	
P. 112, 11 ^e ligne,	d ^o :	Ciffari	d ^o :	Cifferi
P. 112, 14 ^e ligne,	d ^o :	d ^o	d ^o :	d ^o
P. 115, 17 ^e ligne,	d ^o :	<i>Cortitium</i>	d ^o :	<i>Corticium</i>
P. 115, 18 ^e ligne,	d ^o :	d ^o	d ^o :	d ^o
P. 115, 23 ^e ligne,	d ^o :	<i>Entiloma</i>	d ^o :	<i>Entyloma</i>
P. 116, 5 ^e ligne,	d ^o :	<i>Glæsporium</i>	d ^o :	<i>Glæsporium</i>
P. 116, 19 ^e ligne,	d ^o :	<i>Kræpæk</i>	d ^o :	Kroepoek
P. 117, 10 ^e ligne,	d ^o :	<i>Mycrosphaera alphitoïdes</i>	d ^o :	<i>Microsphaera alphitoides</i>
P. 117, 15 ^e ligne,	d ^o :	<i>Oidiopsis</i>	d ^o :	<i>Oidiopsis</i>
P. 117, 16 ^e ligne,	d ^o :	<i>Oidium</i>	d ^o :	<i>Oidium</i>
P. 117, 27 ^e ligne,	d ^o :	<i>Phaeolus</i>	d ^o :	<i>Phæolus</i>
P. 118, 2 ^e ligne,	d ^o :	<i>Polyporus Coffeae</i> Wak.	d ^o :	<i>Polyporus Coffeae</i> Wak. ?
P. 118, 11 ^e ligne,	d ^o :	<i>Ramphicarpa</i>	d ^o :	<i>Rhamphicarpa</i>
P. 118, 16 ^e ligne,	d ^o :	<i>Fukeliana</i>	d ^o :	<i>Fuckeliana</i>
P. 118, 32 ^e ligne,	d ^o :	<i>Tarsonimus</i>	d ^o :	<i>Tarsonemus</i>
P. 119, 4 ^e ligne,	d ^o :	<i>Ustilaginoidea</i>	d ^o :	<i>Ustilaginoidea</i>
P. 119, 17 ^e ligne,	d ^o :	<i>Entiloma</i>	d ^o :	<i>Entyloma</i>
P. 120, 12 ^e ligne,	d ^o :	<i>Oidium</i>	d ^o :	<i>Oidium</i>
P. 120, 13 ^e ligne,	d ^o :	d ^o	d ^o :	d ^o
P. 123, 7 ^e ligne,	d ^o :	<i>Ramphicarpa</i>	d ^o :	<i>Rhamphicarpa</i>
P. 125, 8 ^e ligne,	d ^o :	du giroflier	d ^o :	du giroflier à Madagascar
P. 125, 32 ^e ligne,	d ^o :	Labrousee	d ^o :	Labrousse
P. 130, 14 ^e ligne,	d ^o :	scrophulariacée	d ^o :	Scrophulariacée
P. 130, 17 ^e ligne,	d ^o :	scrophulariée	d ^o :	Scrophulariée
Pl. A, 2 ^e ligne,	d ^o :	<i>Colletotrichum Pelargonii</i>	d ^o :	<i>Glomerella Vanillae</i> var. <i>Pelargonii</i>
Pl. VII, 1 ^{re} ligne,	d ^o :	culture	d ^o :	cultures



P. Lechevalier, Édité.

L. Le Charles, photosc.

GERANIUM ROSAT — 1. Panachure.
2. COLLETOTRICHUM PELARGONII (Anthrachnose).



P. Lechevalier, Édit.

L. Le Charles, photosc.

PUCCINIA ANGIVYI (Rouille de l'Aubergine) 1. *Aecidium* sur tige, pétiole et feuilles (réduit de 1/5). — 2. *Aecidium* sur sépales et fruit (réduit de 1/5). — 3. *Aecidium* sur feuille ($\times 8$) — 4. *Aecidium* et teleutospores sur tige ($\times 8$).



P. Lechevalier, Édité.

L. Le Charles, photosc.

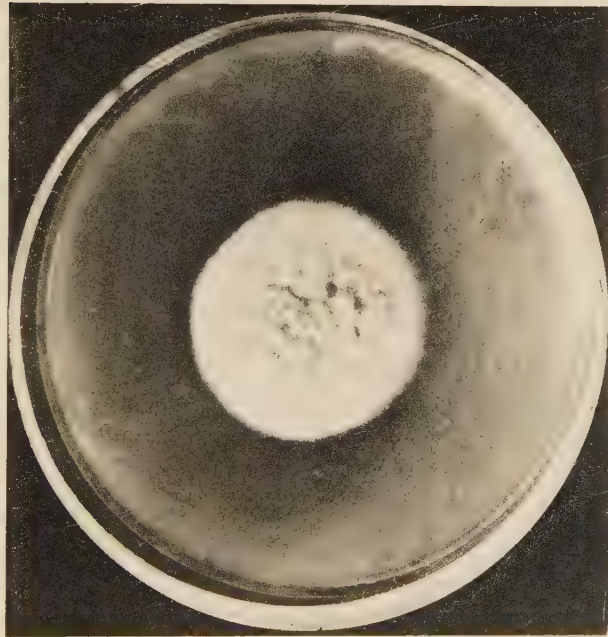
HEMILEIA VASTATRIX (Rouille du Caféier). Les disques blancs sont produits par *Verticillium Hemileiae* (grandeur naturelle).



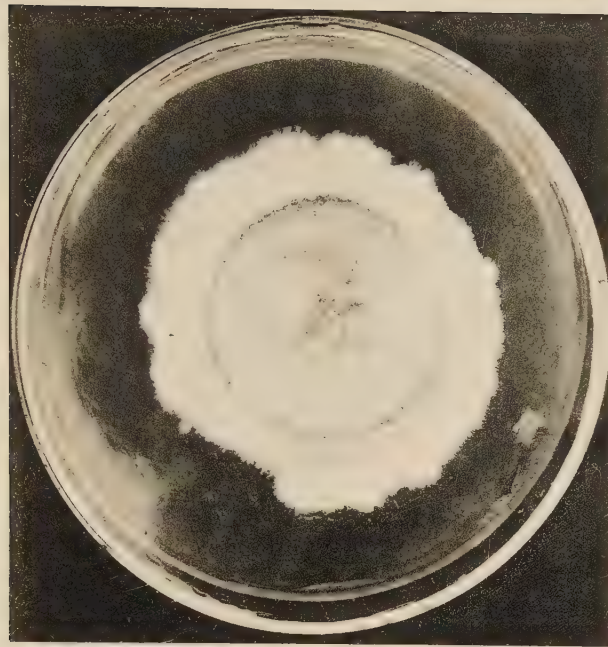
P. Lechevalier, Édité.

L. Le Charles, photosc.

MOSAÏQUE du MANIOC (réduit de 1/5).



1



2

P. Lechevalier, Édité.

GLOMERELLA VANILLAE var. *PELARGONII*.

1. - Culture de 10 jours sur milieu gélosé.
2. - Culture de 15 jours sur le même milieu. Le cercle régulier, à l'intérieur du feutrage, correspond à une zone riche en conidies.



1



2



3



4

P. Lechevalier, Édité.

ROUILLE de l'AUBERGINE (*Puccinia angivyi*).

1, 2, 3. Attaques sur aubergine. - 4. Attaque sur *solanum* sauvage.



1

P. Lechevalier, Édité.



2

KROEPOEK. 1. Plant de tabac atteint. — 2. Transmission de la maladie par la greffe.



P. Lechevalier, Édité.

KROEPOEK. Excroissances sur les nervures
à la face inférieure du limbe.



Cl. Chauffour



P. Lechevalier, Édité.

CRINKLING. - 1. Plants atteints dans l'Itasy.

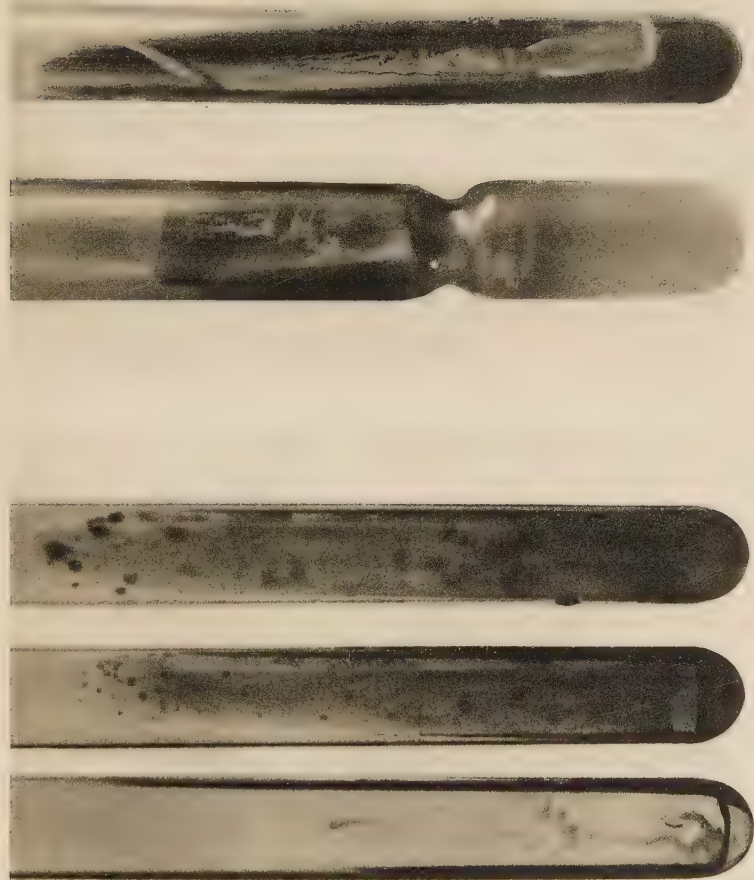
2. Photographie montrant le renflement de la tige occupé par une larve de *Phthorimaea operculella*.

3. Développement d'un greffon, provenant d'un plant atteint de Crinkling, sur un sujet sain, dans les environs de Tananarive.



P. Lechevalier, Édité.

FAUSSE MOSAÏQUE du MANIOC.
Anomalie paraissant provoquée par l'action du sol.



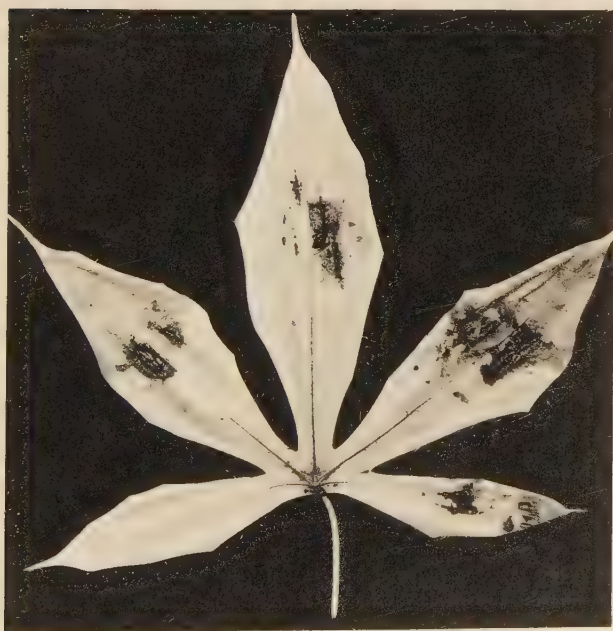
P. Lechevalier, Éditeur.

FEU DU MANIOC. - Culture de *Bacterium Robici*. - De gauche à droite : sur gélatine, sur gélose, sur décoction de racine de manioc, sur fragment de racine de manioc, sur lactose tournesolé.

1



2



P. Lechevalier, Édité.

1. - INTUMESCENCES provoquées sur un lobe
d'une feuille de manioc.
2. - FEU DU MANIOC. - Feuille infectée artificiellement
et immergée dans l'alcool à 95° pendant 24 heures.

3115. — Imp. Jouve et Cie, 15, rue Racine, Paris. — 6-39.
